

Economía Circular en Pequeñas Empresas: Alternativa Económico-Sostenible



editorial
redipe



Universidad Francisco
de Paula Santander
Ocaña-Colombia

Título original:

Libro de investigación.

**ECONOMÍA CIRCULAR EN PEQUEÑAS EMPRESAS:
ALTERNATIVA ECONOMICO-SOSTENIBLE**

Autores: Magda Mildreth Rodríguez Castilla. Naydú Judith Jácome Castilla.

Blanca Mery Velasco Burgos

Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

ISBN:

Primera edición: MARZO DE 2026

SELLO Editorial

Editorial REDIPE (95857440), Nueva York – Cali

Red de Pedagogía S.A.S. NIT: 900460139-2

© de la ilustración de la cubierta

Comité Editorial:

Valdir Heitor Barzotto, Universidad de Sao Paulo, Brasil

Carlos Arboleda A. PhD Investigador Southern Connecticut State University, Estados Unidos

Agustín de La Herrán Gascón, Ph D. Universidad Autónoma de Madrid, España

Mario Germán Gil Claros, Grupo de Investigación Redipe

Rodrigo Ruay Garcés, Chile. Coordinador Macroproyecto Investigativo Iberoamericano

EvaluaciónEducativa

Julio César Arboleda, Ph D. Dirección General Redipe. Grupo de investigación Educación y Desarrollo humano, Universidad de San Buenaventura

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, la reproducción (electrónica, química, mecánica, óptica, de grabación o de fotocopia), distribución, comunicación pública y transformación de cualquier parte de ésta publicación -incluido el diseño de la cubierta- sin la previa autorización escrita de los titulares de la propiedad intelectual y de la Editorial. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Los Editores no se pronuncian, ni expresan ni implícitamente, respecto a la exactitud de la información contenida en este libro, razón por la cual no puede asumir ningún tipo de responsabilidad en caso de error u omisión.

Red Iberoamericana de Pedagogía

editorial@rediberoamericanadepedagogia.com

www.redipe.org

Colombia

Colombia

Impreso en Cali,

Printed in Cali,

Economía circular en pequeñas Empresas: Alternativa Económico-Sostenible

Magda Mildreth Rodríguez Castilla.

Naydú Judith Jácome Castilla.

Blanca Mery Velasco Burgos



**Universidad Francisco
de Paula Santander**
Ocaña-Colombia



INDICE

	PAG
PROLOGO.....	7
INTRODUCCIÓN.....	9
Capítulo 1.	
ESTADO DE LA CIENCIA DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.....	11
1.1 Fundamentos conceptuales.....	11
1.2 Economía circular y desarrollo sostenible.....	15
2.3 Principales enfoques y estrategias para la implementación de la economía circular.....	22
2.4 Principios de la Economía Circular.....	40
2.5 Barreras, obstáculos y condiciones de éxito.....	44
2.6 Sector industria en Colombia.....	47
Capítulo 2.	
MATERIALES Y METODOS.....	57
1. Metodología de la Investigación.....	57
2. Técnicas y herramientas de recolección de datos.....	63
3. Análisis de la información.....	63

PAG

Capítulo 3.

ECONOMIA CIRCULAR EN PEQUEÑAS EMPRESAS

DE LA CIUDAD DE OCAÑA N. S.....	65
3.1 Caracterización de las micro y pequeñas empresas de producción de la ciudad de Ocaña N. de S.....	65
3.2 Aplicabilidad del modelo de economía circular en las micro y pequeñas empresas de producción de la ciudad de Ocaña N. de S.	68

Capítulo 4.

ACCIONES ESTRATEGICAS PARA LA INCORPORACION

DE LA ECONOMIA CIRCULAR EN PEQUEÑAS EMPRESAS.....	115
REFERENCIAS.....	119



PRÓLOGO

En el mundo actual, en constante cambio económico, social y ambiental, la búsqueda de modelos sostenibles de desarrollo es una preocupación mundial. El crecimiento económico apoyado en modelos tradicionales de producción y consumo lineal ha ejercido fuertes presiones sobre los recursos naturales, aumentando la generación de residuos, la degradación ambiental y la desigualdad en el acceso a bienes y servicios. Frente a este panorama, la economía circular emerge como una alternativa innovadora que propone redefinir la forma en que se diseñan, producen, utilizan y recuperan los recursos dentro de los sistemas productivos.

La economía circular propone que los recursos se mantengan en uso el mayor tiempo posible y se minimice la generación de residuos y se reintroduzcan los materiales en el ciclo productivo a través de la reutilización, el reciclaje y la valorización. Este tipo de mirada no sólo ayuda a reducir el impacto ambiental de las actividades económicas, sino que también abre la puerta a la innovación, la competitividad y la creación de valor para las empresas.

En particular, las micro y pequeñas empresas son relevantes en la estructura económica regional, sobre todo en economías locales donde son generadoras de empleo, dinamizadoras productivas y territoriales. Sin embargo, estas organizaciones enfrentan diversos desafíos relacionados con la eficiencia en el uso de los recursos, la gestión de residuos y la adopción de prácticas sostenibles. En Esa línea, la economía circular es una estrategia capaz de fortalecer su competitividad, mejorar su desempeño ambiental y apoyar el desarrollo sostenible de las comunidades.

El libro busca analizar la capacidad de la economía circular como una alternativa económico-sostenible para las pequeñas empresas, específicamente en las unidades productivas ubicadas en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander.

Basándose en una revisión teórica del paradigma de la economía circular, explora su vínculo con el desarrollo sostenible, las vías para su implementación y las condiciones que permiten su adopción en el sector productivo.

Igualmente, proporciona un análisis práctico para conocer las características de las micro y pequeñas empresas locales y las oportunidades y barreras que tienen para integrar prácticas circulares en sus procesos productivos. Y ello ayuda a superar la dicotomía teoría-práctica, proporcionando directrices estratégicas para la transición hacia modelos de negocio más sostenibles.

De este modo, el libro representa una contribución académica y práctica para investigadores, estudiantes, empresarios y hacedores de política interesados en promover modelos de desarrollo más sostenibles ambiental y socialmente. La economía circular no es una tendencia, es un cambio de paradigma para rediseñar los sistemas productivos bajo principios de sostenibilidad, eficiencia y responsabilidad intergeneracional.

Eduardo Luis Jácome Castilla



INTRODUCCIÓN

El modelo económico que ha predominado en las últimas décadas se basa en un esquema lineal de producción y consumo que empieza con la extracción de recursos, sigue con la transformación industrial, el consumo y termina con la generación de residuos. Este modelo ha logrado un gran crecimiento económico y tecnológico, pero también ha causado graves daños ambientales, como el agotamiento de los recursos naturales, la contaminación y la acumulación de residuos en los ecosistemas.

Ante esta situación es necesario transformar los modelos productivos y orientarlos hacia unos que permitan el desarrollo económico sin destruir el medio ambiente. Aquí es donde la economía circular viene como un nuevo modelo que intenta cambiar el modelo lineal tradicional de “tomar, hacer, desechar” por uno que minimice el uso de recursos, maximice el uso de materiales y reincorpore los desechos en los ciclos productivos. La economía circular hace eficiente el uso de los recursos y genera valor durante todo el ciclo de vida de los productos, lo que ayuda a la sostenibilidad de los sistemas económicos y ambientales.

La economía circular no solo afecta a los procesos productivos, sino también a cómo las empresas diseñan sus productos, gestionan los recursos y se relacionan con los consumidores y otros actores de la cadena de valor. Desde esta perspectiva, la transición hacia modelos circulares requiere la participación activa de diferentes sectores, incluyendo empresas, gobiernos, instituciones académicas y la sociedad en general.

En el ámbito empresarial, las micro y pequeñas empresas representan un actor clave en la implementación de prácticas sostenibles. Su cercanía con los mercados locales, su capacidad de adaptación y su potencial de innovación las convierten en organizaciones estratégicas para promover cambios hacia sistemas productivos más responsables. No obstante, muchas de estas empresas

enfrentan limitaciones relacionadas con el acceso a recursos tecnológicos, conocimiento especializado y mecanismos de apoyo que faciliten la incorporación de estrategias de economía circular en sus actividades productivas.

En este sentido, el presente libro tiene como objetivo analizar la aplicabilidad del modelo de economía circular en las micro y pequeñas empresas de producción de la ciudad de Ocaña, Norte de Santander, identificando sus principales características, oportunidades y desafíos. Para ello, se desarrolla un estudio que integra fundamentos teóricos, análisis metodológico y evidencia empírica orientada a comprender cómo las empresas pueden adoptar prácticas circulares en sus procesos productivos.

La obra se estructura en cuatro capítulos. El primero presenta el estado de la ciencia de la economía circular, abordando sus fundamentos conceptuales, su relación con el desarrollo sostenible y las principales estrategias para su implementación. El segundo capítulo describe los materiales y métodos utilizados en la investigación, incluyendo las técnicas de recolección y análisis de la información. El tercer capítulo analiza la situación de las micro y pequeñas empresas de producción en la ciudad de Ocaña y evalúa la aplicabilidad del modelo de economía circular en este contexto. Finalmente, el cuarto capítulo propone acciones estratégicas orientadas a facilitar la incorporación de prácticas de economía circular en las pequeñas empresas.

De esta manera, el libro busca contribuir a la generación de conocimiento sobre la economía circular y su aplicación en el ámbito empresarial local, promoviendo alternativas que permitan fortalecer la competitividad de las empresas y, al mismo tiempo, avanzar hacia un modelo de desarrollo más sostenible y responsable con el entorno.



CAPÍTULO I

Estado de la Ciencia de la Economía Circular

1.1 Fundamentos conceptuales de la economía circular

La economía circular (EC) no es un concepto reciente en el ámbito académico (Winans et al., 2017); sin embargo, su importancia ha crecido de forma considerable en la última década, especialmente por parte de empresas (Murray et al., 2017) y responsables de políticas públicas (Brennan et al., 2015). Este creciente interés ha favorecido la expansión del análisis académico enfocado al estudio y la comprensión del paradigma de la EC (Elia et al., 2017); una de las razones que da explicación a la definición y difusión de este enfoque es que permite articular y conectar diferentes estrategias de diversas corrientes teóricas (Matus et al., 2012), lo que ha dado lugar a la economía circular como forma estratégica para adaptar los sistemas de producción y consumo a las demandas de los principios de sostenibilidad ambiental.

En lo que se refiere a la producción científica sobre la economía circular, se precisa, de hecho, que ésta aún es escasa en comparación con otros paradigmas consolidados. Globalmente, el marco teórico y metodológico de la EC puede agruparse en dos dimensiones fundamentales: el paradigma teórico, por una parte, y el paradigma práctico, por otra (Prieto-Sandoval et al., 2018). El primero se interesa en la construcción conceptual, enfatizando, por ejemplo, los fines, los límites y las definiciones de la economía circular (Korhonen et al., 2018a). El segundo aspecto se centra en las variables de implementación y las

intervenciones que presentan los estudios (Elia et al., 2017; Kalmykova et al., 2018), así como los instrumentos de evaluación que servirán para analizar el rendimiento de los sistemas mediante un enfoque circular (Herva et al., 2011; Geng et al., 2012; Park y Chertow, 2014; Di Maio y Rem, 2015; Ellen MacArthur Foundation, 2015a; Elia et al., 2017).

Sin embargo, la literatura existente ha puesto de manifiesto diversas lagunas teóricas que impiden la aplicabilidad práctica del modelo, como la ausencia de una delimitación clara y de consenso para el marco operativo de la EC (Kirchherr et al., 2018; Prieto-Sandoval et al., 2018). En esa medida, hay autores que consideran que la EC ha de incluir expresamente los dos objetivos de la DS: los económicos, así como los ecológicos (Sauvé et al., 2016, Geissdoerfer et al., 2017). Por otro lado, existen aquellos que consideran que también deben incluirse las dimensiones sociales en el mismo (Kirchherr et al., 2017; Murray et al., 2017).

Esta variedad ha derivado en una gran heterogeneidad con respecto a las aproximaciones teóricas que han dificultado dar una definición de la EC que sea aceptada por la comunidad académica (Bocken et al, 2016) y, por tanto, en la construcción de un marco que permita avanzar en la elaboración de acciones concretas y efectivas, o bien justificaciones teóricas (Kalmykova et al, 2018; Korhonen et al, 2018b). A pesar de que existen experiencias relevantes en la actualidad que muestran aplicaciones de sistemas circulares (Geng & Doberstein, 2008), es necesario seguir tratando de una manera más coherente aquellos principios y objetivos que los sustentan para que puedan traducirse a la práctica (Pauliuk, 2018).

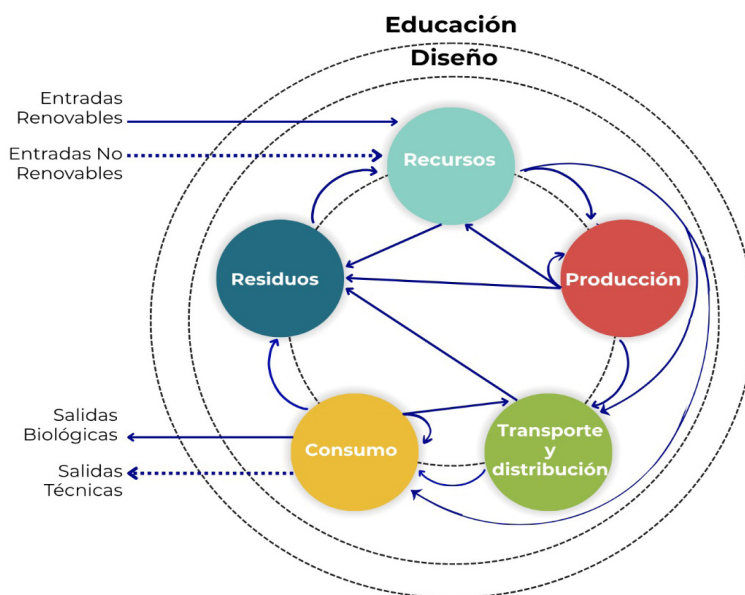
Es en este sentido que la definición elaborada por Suárez (2021) es integrativa, pues pretende exponer cómo los diferentes niveles de implementación, y los objetivos de la economía circular sostenible (ECS), permiten el avance conceptual de este paradigma y su aplicación en escenarios diversos y complejos:

la economía circular, sostenible es un modelo de producción-consumo que busca mantener las tasas de extracción de recursos y de generación de residuos y emisiones en valores compatibles con la sostenibilidad ambiental, a través de cerrar el sistema, reducir su tamaño y mantener

el valor de los recursos dentro el mayor tiempo posible, movido intrínsecamente por el diseño y la educación, y con capacidad de ser implementada a cualquier nivel (p. 106).

Por otro lado, el modelo conceptual de la ECS debería dar visibilidad tanto a los objetivos como a los principios operativos a la vez que debería ser válido para todos los niveles de implementación. El modelo conceptual que presenta la Comisión Europea (CE, 2014) considera la ECS como un sistema que tiene cinco procesos a ser monitorizados: i) entradas de materiales, ii) diseño, iii) producción y distribución, iv) consumo, y v) tratamiento del final del ciclo de vida (Elia et al., 2017). El modelo que presenta la Ellen MacArthur Foundation (2015c) incorpora la diferenciación de ciclos biológicos y ciclos tecnológicos. A la luz de todo ello, Suárez (2021) presenta el modelo conceptual de la figura 1.

Figura 1 Modelo conceptual de la economía circular y sostenible.



Fuente: Elaboración propia a partir de *Integración de la economía circular en el marco del desarrollo sostenible: Marco teórico e implementación práctica*, Suárez (2021).

Como se puede observar, Suárez (2021) esboza su propuesta de representación sistémica de la economía circular ha desarrollado un modelo conceptual en el que confluyen de forma efectiva las diferentes variables que constituyen el sistema de producción y consumo. Este esquema explora una estructura dinámica que considera seguir de forma articulada hasta a nueve variables: entradas de recursos, salidas de residuos, aprovisionamiento de materias primas, proceso de producción, transporte y distribución, fases de consumo, gestión de residuos, actividades de diseño y, finalmente, procesos educativos. Cada una de estas variables representa un nodo fundamental dentro del ciclo de un recurso, en el interior del sistema socioeconómico, con los cuales establece lazos, físicos y lógicos a la vez, uniendo entre sí esos nodos mediante los flujos de recursos, representados con flechas.

En la mesa de flujo del sistema, las entradas al sistema, renovables o no renovables, tienen como finalidad producir bienes y servicios; las salidas, que no tienen un desarrollo biológico o técnico, son los residuos o las emisiones que son devueltos al medio natural. En opinión de Suárez (2021), para facilitar la lectura del modelo y así reducir su complejidad, las entradas y las salidas se limitan conceptualmente a un único punto correspondiente, siendo la etapa de gestión de residuos la responsable de estas permanentes liberaciones al medio natural. Así, todo tipo de material generador de residuos a lo largo de la vida del producto es conducido a esta, la que hace el papel de filtro final del sistema.

En el interior de este sistema conceptual, los principios operativos de la ECS se entienden en función de las relaciones funcionales entre las diferentes etapas del modelo. El principio de “cerrar el sistema” es paradigmático mediante la relación de la gestión de residuos con la adquisición de recursos, que simboliza la introducción nuevamente de materiales al ciclo de producción; de igual manera, el principio de “mantener el valor de los recursos” es observable a través de las diferentes relaciones que conectan las etapas intermedias, por ejemplo, la producción, el consumo o la distribución, que favorecen mantener la “vida” de los materiales dentro del sistema. La capacidad de existencia de los recursos, en este sentido, puede ser medida por el tiempo que permanecen en el propio sistema de producción antes de ser finalmente eliminados. El principio de disminuir “el tamaño del sistema” está relacionado, al mismo tiempo, con la

reducción del tamaño de la escala de los flujos materiales, que viene representado graficado por el tamaño de los circuitos de producción (Suárez, 2021).

Además, estos principios transversales, diseño para la circularidad, educación para la sostenibilidad, no están relacionados con una fase propia del modelo, sino que circulan por el sistema de producción-consumo como una suerte de ejes estructurales que posibilitan la transformación total del modelo. Para Suárez (2021), el principal valor de esta representación es que permite visualizar con claridad y en términos cuantificables las trayectorias físicas de los recursos, brindando con ello una herramienta analítica potente para evaluar el desempeño circular. La representación ayuda a medir los flujos internos y también sirve para comprobar los objetivos que ha de cumplir la ECS: reducir insumos no renovables, aprovechar de forma eficiente los recursos y minimizar los impactos ambientales asociados a las salidas del sistema.

2.2 Economía circular y desarrollo sostenible

La relación que se establece entre la economía circular y el desarrollo sostenible es una cuestión ampliamente debatida en la literatura académica desde hace años, especialmente entre aquellos que abogan por una convergencia conceptual que, aunque no deja de matizarse, confirma la idea de que ambas concepciones se encuentran provistas de un sustrato común que proporciona la máxima expresión de la idea de la sostenibilidad intergeneracional. Desde este punto de vista, la economía circular da cabida implícitamente a principios de equidad en el uso de los recursos naturales entre generaciones, lo que la coloca muy cercana al concepto ético que articula el desarrollo sostenible (Xia & Yang, 2017; Geissdoerfer et al., 2017).

A pesar de ello, la relación que terminan estableciendo la economía circular y el desarrollo sostenible ha dado lugar a diferentes visiones, por un lado, el enfoque que avala que la economía circular es el resultado de una respuesta innovadora a las limitaciones que presenta el potencial transformador que contiene el desarrollo sostenible, que ha gestionado erróneamente bajo esquemas de pensamiento lineal y, por otro lado, la postilla que considera que la economía circular se comporta como una herramienta que tributa al desarrollo

sostenible y que contribuye de forma directa a alcanzar sus objetivos (Sauvé et al., 2016).

Este mismo debate se estructura en las diferentes formas de entenderlo. Hay quienes opinan que la EC supone una superación del DS, en tanto que pone en práctica mecanismos concretos de rediseño de los sistemas de producción y de consumo. Por el contrario, existe un mayor consenso entendido como una posición más positiva de la misma, ya que la EC no sólo es compatible con el DS, sino que es considerada como una herramienta de apoyo a su implementación (Geissdoerfer et al., 2017). En esa línea, Sauvé et al. (2016) destacan tres tipos de relación que pueden establecerse entre la EC y el DS: la primera entiende a la EC como condición necesaria para alcanzar el DS, la segunda como un aspecto positivo para la consecución de este objetivo y la tercera como una relación de complementariedad entre ambas propuestas, donde cada una de ellas cubre aspectos que la otra no aborda explícitamente.

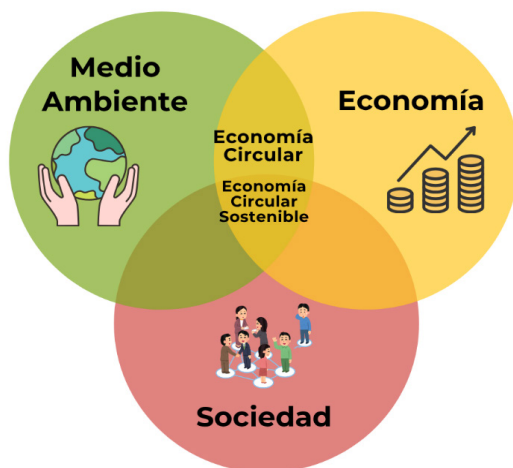
Desde esta óptica, se puede establecer que la EC no sustituye al DS, sino que lo completa, dotando de soluciones operativas a problemas estructurales, para ir más allá de las causas manifestadas como consecuencias por el DS (Bonciu, 2014; Genovese et al., 2017). Efectivamente, el DS establece un conjunto de metas que se deben alcanzar, mientras que la EC puede concebirse como un procedimiento estratégico para abordar los factores que obstaculizan la consecución de esas metas. Esta diferencia es determinante para aclarar la función instrumental de la EC enmarcada dentro del DS.

Uno de los elementos centrales en el debate de la construcción teórica de la EC se encuentra en el establecimiento de cuáles dimensiones del desarrollo sostenible deberían encontrarse incluidas de manera explícita en su formulación. En este sentido, Sauvé et al. (2016) afirman que la EC debería integrar, al menos, las dimensiones económica y ecológica, puesto que son las dos dimensiones que fundamentan la funcionalidad de la aplicación de las estrategias de circularidad, las cuales están orientadas a la eficiencia en el uso de los recursos y la rentabilidad de los modelos de producción. La idea se representa gráficamente en la parte de intersección de las dimensiones económica y ecológica y se considera el espacio más natural para la aplicación de la EC.

Sin embargo, investigadores como Kirchherr et al. (2017) o Murray et al. (2017) establecen esta idea más allá e indican que la dimensión social también tiene un lugar en el paradigma circular. Lo anterior responde a la necesidad de asumir que las transiciones a un sistema sostenible deben alcanzar la eficiencia económica y el equilibrio ambiental, al igual que la justicia social, la implicación del público y la equidad en la distribución de los beneficios. Desde esta óptica la EC no puede limitarse a gestionar materiales o flujos de energía, sino que debe incluir el bienestar social como una variable estructural en su lógica de aplicación.

Así pues, y desde la argumentación de Birat (2015) la inclusión de la dimensión social a la EC es obligada, siempre que se asuma que el logro de los objetivos del DS (en sus tres dimensiones que conforman esta triada) es una cuestión que debe ser íntegra y simultánea. Esta lógica de interdependencia plantea que la EC debería ubicarse en la intersección de las dimensiones económica, ecológica y social, tal como se representa en los modelos gráficos contemporáneos donde se conceptualiza la sostenibilidad como una superficie de contacto entre esas tres esferas. Desde este marco interpretativo, la EC se desnaturaliza de ser un enfoque puramente técnico para pasar a ser una estrategia sistémica que permite rediseñar las estructuras de la producción y del consumo, tal como se conciben bajo los términos de equidad, de eficiencia y de resiliencia.

Figura 2. Relación entre el desarrollo sostenible y la economía circular



Fuente: Elaboración propia a partir de *Integración de la economía circular en el marco del desarrollo sostenible: Marco teórico e implementación práctica*, Suárez (2021).

Recientemente en el desarrollo de marcos teóricos de economía circular (EC) ha quedado claro que existe una distinción conceptual de la economía circular en el sentido amplio versus la economía circular sostenible (ECS). Por otro lado, la Economía Circular es entendida como el modelo operativo que busca reducir los impactos ambientales y que se basa en el diseño de medidas que mejoren la eficiencia en el uso de recursos desde una visión casi exclusivamente económica y centrada en la búsqueda de alternativas frente la tradicional forma de economía lineal, donde se emplean estrategias de reciclaje, reutilización, remanufactura, etc., que buscan reducir la presión sobre los sistemas naturales, todavía sin cuestionar los fundamentos del crecimiento económico.

Por el contrario, la ECS asume explícitamente los principios del desarrollo sostenible (DS) como su marco orientador y, por este motivo, se debe considerar no sólo la eficiencia técnica o económica de toda medida circular adoptada, sino también su contribución a cumplir los objetivos sociales, ecológicos y económicos del paradigma sostenible. De este modo, para avanzar en reflexionar estructuralmente sobre los objetivos de un determinado sistema basado en la ECS, parte de la comprensión del sistema de producción y consumo entendido,

como el mecanismo de interacción entre el sistema económico-social y el sistema natural en el marco de dicho, donde el sistema socioeconómico extrae del entorno natural, sea este renovable o no renovable, y devuelve emisiones, residuos y productos secundarios, etc. Esas interacciones provocan presiones ambientales en el medio que se intensifican, al mismo tiempo que requieren una demanda continua de servicios ecosistémicos necesarios para realizar la actividad del sistema económico y social.

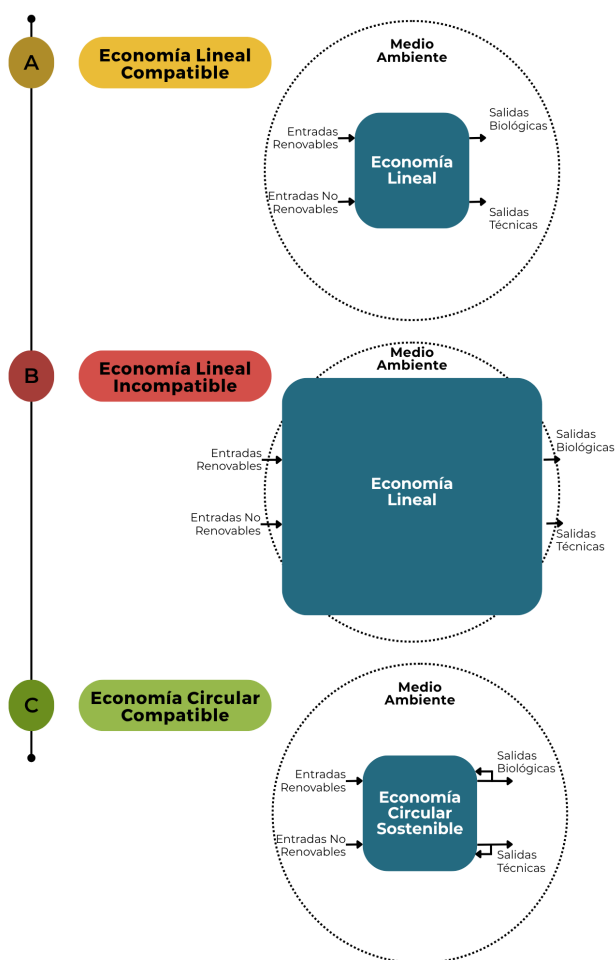
Desde la idea de la sostenibilidad ambiental, el principal reto consiste en mantener estas presiones dentro de los límites de las capacidades ecológicas, y asegurar a la vez que la oferta de los servicios ecosistémicos sea adecuada para mantener la actividad humana. Esta relación entre ambos sistemas evidencia que, históricamente, la capacidad del entorno natural (biocapacidad) era superior al tamaño del sistema de producción y consumo, tal como se observa en la representación conceptual, inspirada en distintos aportes de Goodland et al. (1991) y la Global Footprint Network (GFN, 2013). En la actualidad, el sistema socioeconómico ha sobrepasado la biocapacidad del planeta, debido a la aplicación del modelo lineal que prima en nuestras sociedades, tanto en la extracción de materiales como en la capacidad de absorción de residuos.

En relación con dicho desbalance, la ECS promueve la configuración del sistema producción-consumo de manera que la escala de su funcionamiento debe ser inferior a la capacidad de carga del sistema natural. Esto precisa, entre otras consideraciones, modificar los flujos de materiales, energía e información que circulan entre las diferentes etapas del ciclo de vida de los productos y de los materiales en la lógica de cerrar los ciclos y de disminuir la presión ambiental.

En este sentido, los objetivos generales que se pueden atribuir a la EC y que son profundizados en el marco de la ECS se clasifican entre dos ejes fundamentales: la desacoplar el desarrollo económico del uso intensivo de los recursos naturales, lo cual exige promover un crecimiento cualitativo que se base en la eficiencia, la innovación y la circularidad; y minimizar residuos y emisiones, lo cual supone no sólo tecnologías limpias y procesos de valorización de residuos, sino también una transformación estructural de los patrones dominantes de consumo y producción.

De esta manera, la ECS no se limita a la aplicación de principios de eficiencia, sino que busca alinear el funcionamiento del sistema socioeconómico con los límites planetarios y con los objetivos integrales que se objetivan en el desarrollo sostenible. Esta reorientación demanda hacer una mirada sistémica y estratégica para avanzar hacia una economía regenerativa, resiliente y socialmente justa, que funcione dentro de las capacidades ecológicas del planeta y que no haga comprometer las necesidades de las generaciones venideras.

Figura 3. Relación entre la economía circular y la biocapacidad del sistema natural.



Fuente: Tomado de *Integración de la economía circular en el marco del desarrollo sostenible: Marco teórico e implementación práctica*, Suárez (2021).

En el desarrollo del marco teórico de la sostenibilidad y el alcance de los principios de la economía circular sostenible (ECS), la gestión de los recursos naturales —tanto renovables como no renovables— forma parte de los elementos clave. A este respecto, los criterios que se establecen en Daly (1990) representan la primera aproximación semi-cuantitativa a unas bases que se pueden aplicar como parámetros de referencia de cómo consumir las riendas de forma racional. En el caso de los recursos renovables, se establece que su tasa de extracción no debe ser superior a los límites que imponga la capacidad de regeneración del sistema natural que los provee, es decir, que su utilización sea permanente dentro de unas condiciones ecológicamente viables, lo que permite que se mantenga la estabilidad de los ciclos ecológicos y se mantenga el recurso a largo plazo.

En cuanto a los recursos no renovables, por el contrario, este tipo de limitaciones sería aún más estricta. Conforme a Daly (1990), la explotación debe llevarse a cabo a menor ritmo que el de la aparición de sustitutos renovables que puedan sustituirlos funcionalmente. Desde esta lógica, incluso en el caso de que los recursos no renovables se lleguen a agotar íntegramente, el reemplazo por insumos renovables habrá garantizado la posibilidad de continuidad de los sistemas productivos. Esta idea también fue abordada por Turner (1988), que propuso una idea menos estricta y aditamento, al considerar que la explotación de los recursos no renovables habrá de hacerse con el mínimo de consumo y deberíamos intentar siempre que podamos la utilización de fuentes renovables. En ambos casos existirá la idea general de una progresión en la sustitución de los materiales no renovables como principio estratégico de la sostenibilidad.

El segundo objetivo estructural identificado en la literatura científica sobre economía circular es la minimización de residuos, el cual ha sido corroborado de forma recurrente por los estudios revisados (EC, 2014; Ellen MacArthur Foundation, 2015b; Haas et al., 2015; de Jesús & Mendoça, 2018; Kalmykova et al., 2017). Este objetivo requiere para la identificación de dos tipos de salidas del sistema: residuos biológicos y residuos técnicos. Los residuos biológicos son flujos de materiales biodegradables que cuando son destruidos devuelven los materiales a los ciclos biogeoquímicos, teniendo la facultad además de regenerar capital natural por medio de procesos ecológicos. En términos de sostenibilidad, la emisión de residuos biológicos debe limitarse en esa producción de residuos

biológicos sin superar la capacidad de los ecosistemas para digerirlos y asimilarlos (Daly, 1990).

Por el contrario, los residuos técnicos son aquellos residuos que no son biodegradables y, por lo tanto, no pueden devolverse a la naturaleza de forma espontánea. Los residuos técnicos si no son gestionados suponen presiones sobre el entorno y, una vez más, representan un factor de riesgo para la salud de los sistemas naturales y sociales. Por lo tanto, son las fuentes consultadas las que una vez más coinciden en el afán de que la estrategia más deseable en cuanto a los residuos técnicos es su mínima producción, incluso la eliminación de los mismos, siempre que sea posible mediante procesos de recuperación, rediseño o sustitución de materiales (Riechmann et al., 1995; Ellen MacArthur Foundation, 2015b).

2.3 Principales enfoques y estrategias para la implementación de la economía circular

El concepto de economía circular se produjo por vez primera en 1989, cuando Pearce y Turner publicaron la obra “Economía de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente”, donde ya incluían en el capítulo 2 una conversación sobre la idea de economía circular correspondiente a una ideología económica, empresarial, política y social que fue progresando rápidamente hasta llegar a convertirse en la actualidad en una corriente económica muy reconocida (Cerdá y Khalilova, 2016). Pero mucho antes de aparecer la economía circular ya existían muchas escuelas de pensamiento que habían ido aportando elementos para la economía circular. Ejemplo de ello, Roland Clift, decía “Ecología industrial” y el término se refiere a una forma en la que se pueda reutilizar un residuo de una empresa en otra empresa, según cada modelo de producción limpia, o de cierre de ciclos materiales o de creación y diseño de parques industriales ecológicos.

Por su parte, McDonough y Braungart subrayan la recirculación de materia y el uso de energías renovables sobre el concepto de eco-efectividad, instando a las empresas a que usen materiales seguros a través de lenguaje de ciclos tanto técnicos como biológicos en su modelo llamado “Diseño *cradle to cradle*”. Walter Stahel propone la “Economía de la Funcionalidad” en busca de

poder crear una concienciación sobre la importancia de extender la longevidad de los productos convirtiéndolos en servicios e innovando dentro de modelos de negocio, finalmente Gunter Pauli acuñó el concepto de “Economía Azul” invitando al impulso de las economías locales -en las cuales la oferta se mide bajo crescendo de la utilización de recursos disponibles (Colombia Productiva, 2018).

Hasta hace relativamente poco, la atención hacía el modelo repetido y clásico de la línea del consumo, entendido como la explotación masiva y a bajo precio de recursos y materiales, de modo que facilitara que el consumidor tirara aquellos productos que no le sirven (Steffen et al., 2015). De aquí surge la necesidad de establecer un modelo alternativo capaz de permitir maximizar el uso de los recursos. La economía circular supone un cambio de paradigma de los sistemas de producción y consumo. Y, además, promueve la cohesión social y el crecimiento económico, la creación de nuevas plazas de trabajo... Se convierte en un mecanismo para reducir el impacto al medioambiente, al clima, a la naturaleza, a la salud humana, producido por la contaminación (Moreno, 2018).

Figura 4. Modelo de Economía Lineal



Fuente: Tomado de Colombia Productiva (2018).

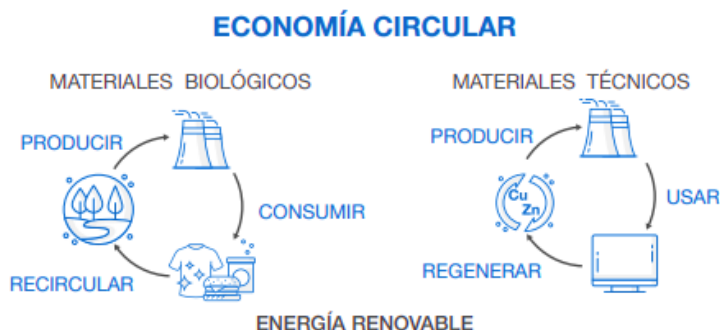
De igual manera, Cerdá & Khalilova (2016) plantean que la economía

circular es “reconstituyente, regenerativa por naturaleza”. Y es que hay que tener a bien mantener siempre los productos, componentes y materiales en uso el máximo posible de tiempo. Con ello, y por tanto, promueve la búsqueda de un aumento de recursos, la disminución de los riesgos de sostener flujos renovables e inventarios limitados a una situación económica eficaz, sea cual sea su escala.

El modelo económico lineal es el modelo de máximas explotaciones de recursos naturales que contribuyen a la modificación climática a través de combustibles fósiles y generación excesiva de residuos contaminantes a fuentes hídricas, atmosféricas y terreno; frente a esto la economía circular sensibiliza e implanta cambios en los hábitos de consumo desechando la obsolescencia programada y estimando productos de alta durabilidad; así por tanto combina técnicas ancestrales para poder maximizar el uso de recursos sin excluir nuevas tecnologías y prácticas de innovación asociadas a la economía colaborativa (CEID, 2020).

El modelo económico lineal enfrenta diversos desafíos, entre ellos la escasez creciente de recursos naturales y la volatilidad en los precios de las materias primas. También depende de fuentes energéticas finitas cuya disponibilidad futura es incierta. Este sistema se caracteriza por una generación excesiva de desperdicios, siendo comunes los productos de corta duración diseñados para ser desechables. Asimismo, continuamente surgen nuevos impactos ambientales derivados de este modelo enfocado únicamente en extracción, producción y eliminación (Colombia Productiva, 2018).

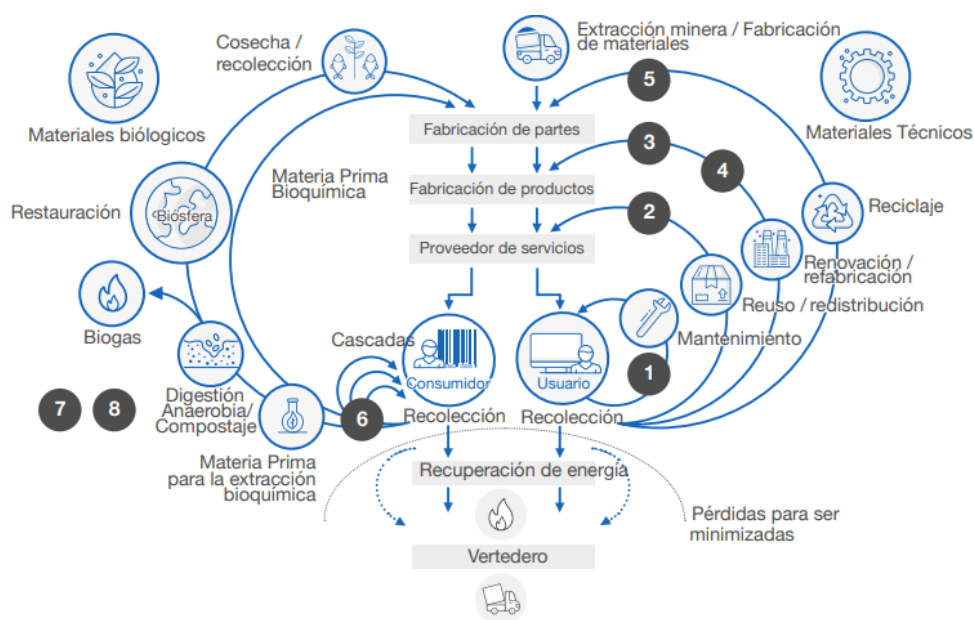
Figura 5. Modelo de Economía Circular



Fuente: Tomado de Colombia Productiva (2018).

El modelo económico lineal se enfrenta a múltiples dificultades, tal como es la creciente escasez de los recursos naturales, y su volatilidad en los precios de las materias primas. Al mismo tiempo, depende de fuentes energéticas que son limitadas y cuya disponibilidad para el futuro no se puede anticipar. Además, este sistema provoca la generación excesiva de residuos, el cual se traduce en productos de corta duración que son fáciles de desechar. De igual modo, continúan apareciendo nuevos impactos medioambientales como consecuencia de este modelo económico que sólo se enfoca en la extracción, la producción y la eliminación de residuos (Colombia Productiva, 2018).

Figura 6. Fases del modelo de Economía Circular



Fuente: Modelo de producción de Economía Circular propuesto por Ellen McArthur Foundation. Tomado de Colombia Productiva (2018).

La Fundación Ellen MacArthur ha definido hasta cinco estrategias importantes que forman parte de esta llegada de la economía circular, y en donde se representan en un diagrama conocido como la mariposa que ilustra parte del modelo de economía circular, con algunos que se observa en la figura 6. Así mismo, reporta beneficios como generación de ahorros, incremento de la

eficiencia de costos y aumento de los ingresos. Todo ello gracias a una buena gestión de materias primas y residuos, pero además, abre opciones para nuevos negocios. No obstante, esta estrategia se adentra más allá de la recolección de residuos. Implica el diseño de modelos de negocio, productos/servicios innovadores que, más allá de la rentabilidad de la empresa, fomenten cadenas de valor en donde la recirculación de materiales prime (Colombia Productiva, 2018).

Desde esta perspectiva, la EC sugiere la necesidad de un cambio de un flujo orientado a materias primas a un flujo orientado a datos e información, con el objetivo de obtener más valor agregado usando menos recursos. Esta nueva propuesta tiene que estar soportada por las tecnologías de información y comunicaciones (TIC) con miras a construir modelos sostenibles que puedan funcionar en un óptimo aprovechamiento de recursos, siendo la -ecología circular- un planteamiento basado, según Cerdà y Khalilova (2016) en tres principios:

Conservación y mejora del capital natural: Escoger tecnologías y procesos que utilicen recursos renovables o recursos de alta eficiencia. Se generan las condiciones para la regeneración de suelos y el aumento de flujo de nutrientes.

Aprovechamiento máximo de recursos: Recursos reelaborados, renovados y reciclados promoviendo el tránsito de componentes en la economía, manteniendo la energía que había sido incorporada en ellos.

Fomento de ser más eficientes: Lleva a reducir los daños (salud, alimentación, movilidad, educación y vivienda), poniendo atención a la contaminación medioambiental, emanaciones tóxicas, cambio climatológico, entre otros.

Es decir, tales principios implican el uso de procesos regenerativos, la máxima explotación de modos materiales en recirculación, e incluso la reducción de impactos negativos en el medio ambiente y las tres esferas de la sostenibilidad.

Figura 7. Articulación de la Estrategia Nacional con los ODS



Fuente: Tomado de la Estrategia Nacional de Economía Circular, Gobierno Nacional (2019).

Como acto de contribuir con el tránsito a la economía circular, el Gobierno de la nación ha integrado a programa de actuación cinco (5) de los Objetivos de Desarrollo Sostenible vinculados, como se aprecia en la figura 7. En el presente caso, estos objetivos se sientan en promover el fortalecimiento de las cadenas de valor que permiten la implementación de políticas para fomentar la sostenibilidad a nivel nacional.

Considerando este marco oficial que se propone, es posible establecer el vínculo con la sostenibilidad a partir del fomento del consumo consciente y de un uso de los procesos productivos más sostenibles. Así, estos se convierten en guías para el ejercicio de la metodología ReSolve (Aprovechar, reciclar, reutilizar y reducir) logrando así que el sistema sea más eficiente en el aprovechamiento de los recursos de que dispone. Si bien conllevan un ensayo por añadiendo prácticas más acordes con el medio ambiente, también se significan como útiles

para hacerse cargo de los recursos y sean conductas que tiendan a avanzar en la sostenibilidad en diferentes ámbitos de la actividad humana.

Figura 8. Perspectivas y Lineamientos del Desarrollo Sostenible



Fuente: Elaboración propia a partir de la Estrategia Nacional de Economía Circular, Gobierno Nacional (2019).

La figura 8 resalta la Economía Circular desde diferentes perspectivas de políticas públicas que defienden el desarrollo sostenible en el ámbito nacional y permite enfatizar en la Estrategia Nacional de Economía Circular, que se centra en la optimización de las cadenas productivas, priorizando añadir valor a los materiales, y a la elaboración de nuevos modelos empresariales que consideran los aspectos de solidaridad y repartición de funciones como pilares de las interrelaciones que les caracterizan.

Cabe señalar que la OCDE, como organización interna y comprometida con el desarrollo sostenible mundial, ha alcanzado, entre otras cosas, establecer indicadores que ayuden a supervisar el desarrollo de los países respecto del rendimiento que obtienen en el ámbito ambiental. Estos indicadores permiten llevar a cabo una evaluación de los diferentes aspectos relacionados con las emisiones de CO₂ por habitante, el aprovechamiento de residuos o reciclaje eficiente, la huella ecológica por habitante y por hectárea, la tasa de reutilización

del agua, el nivel de consumo de materiales e intensidad energética, así como el aprovechamiento de energía a partir de biomasa (OCDE & CEPAL, 2014).

En este contexto, este proceso ha venido incorporándose progresivamente a un conjunto de iniciativas a nivel global, que cada vez adquieren mayor peso. Con ello, se trata de corregir la tendencia humana a obtener el mayor beneficio de los recursos naturales pero sin realizar esfuerzos relevantes para asegurar su conservación. Los países pioneros en Economía Circular son, entre otros, China, Escocia, Canadá, Corea y Japón, todos ellos, preparando estrategias orientadas a reforzar la cultura sostenible en sus regiones. Una vez se identifican los Objetivos de Desarrollo Sostenible (en adelante, ODS) que pueden canalizarse hacia el modelo de Economía Circular, resulta necesario conectar a los públicos objetivos vinculados al sector empresarial que es foco de estudio. Entre ellos destacan diferentes entidades o actores, entre las que se citan las siguientes:

Consumidores de productos y servicios: Con un rol primordial en la adopción de prácticas sostenibles, la conciencia y las preferencias de los consumidores influirán directamente sobre la demanda de productos circulares.

Gremios empresariales: Los gremios empresariales agrupan la asociación y la cooperación entre los diferentes actores del sector, ayudando así a la asociación y colaboración para la puesta en marcha de prácticas circulares y sostenibles.

Instituciones de educación e investigación: Centros empresariales y entidades generadoras del conocimiento en el ámbito de la investigación e innovación tecnológica en Economía Circular, impulsando el desarrollo de nuevas soluciones.

Entidades del ámbito político: Las entidades políticas a escala nacional, regional y local, que se encuentran comprometidas con el crecimiento verde, tienen un destacado protagonismo en la creación de políticas y regulaciones que favorezcan la Economía Circular. Cámaras de comercio, organismos ambientales y corporaciones autónomas regionales: Desempeñan un rol clave cuando se

articula la Economía Circular a escala local mediante acciones que contribuyan a la sostenibilidad ambiental.

Personas y/o grupos recicladores: Actores fundamentales para implementar el proceso de cierre de ciclos, por contribuir activamente con el proceso de reciclaje y reutilización de materiales.

Empresarios, desarrolladores de Startups y empresas centradas en TICs e innovación: Éstos son los actores que activan herramientas tecnológicas hacia la Economía Circular a partir de la adopción de soluciones innovadoras y sostenibles.

La Economía Circular puede actuar como un vehículo articulador, y tener un efecto en cubrir un alto porcentaje del Producto Interno No Bruto (PIB) y, con ello influir en los flujos y en las dinámicas de fuentes de energía no convencionales adaptadas al medio ambiente. Siguiendo la Estrategia Nacional de Economía Circular, cada uno de los actores ha de seguir transformando sus hábitos y prácticas en lo referente a la reducción, reutilización, separación en la fuente, reciclaje y aprovechamiento de materiales, agua y energía (p. 16). Un hecho que se entiende como necesario para operar el cambio hacia un modelo económico alternativo, más sostenible y circular.

Una vez identificado la disposición de los actores que pueden influir en el desarrollo de la economía circular (EC), resulta necesario analizar las ventajas y desventajas que presenta la misma, a la luz del objetivo u objetivo de desarrollo de un modelo de la economía circular. José Luis Samaniego, director de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL, explica que las economías verdes no se traducen directamente en un aumento del PIB de un país, a pesar de ello favorecen la competitividad, el bienestar social y las condiciones de vida (Nava & Abreu, 2015). Las organizaciones obtienen beneficios económicos significativos, como los derivados de la implementación de la reutilización del residuo y el aprovechamiento del valor añadido (Nedelea et al., 2018). La EC, en el ámbito empresarial, ayuda a lograr una reducción de costes en los recursos energéticos, en la eliminación de residuos y en la descontaminación, lo que, en última instancia, deriva en un incremento de la rentabilidad y de la competitividad (Nava & Abreu, 2015).

Por otra parte, el incremento de la demanda de productos ecológicos por parte de los consumidores provoca un incremento de las ventas y de las utilidades para las empresas (Amaya, 2019); aunque las desventajas o costes, se producen en cuanto a los obstáculos legales, como son las definiciones legales que para la remanufacturación no existen, obstaculizando así el aumento de la venta de productos remanufacturados (Hopkinson et al., 2018, citado en Amaya, 2019). Las dificultades de la implementación de la EC son de naturaleza técnica, logística y organizativa, muy complejas, y requieren de un apoyo financiero e institucional muy fuerte para su implementación (Kunz et al., 2018).

Bajo esa óptica, la cultura dominante, especialmente en países occidentales en los que el consumismo y el capitalismo marcan la capacidad de gasto de las personas, puede suponer un obstáculo de cara a la adopción de prácticas circulares de economía (Amaya, 2019). Existen diversos métodos de promoción de la EC, desde la construcción de productos duraderos para el consumidor hasta el hecho de proporcionar los servicios en vez de vender productos, las cadenas de suministro circulares y las certificaciones ambientales (Amaya, 2019).

La transición hacia la EC, debe depender de la iniciativa tanto de los consumidores como del gobierno y de las empresas, siendo así que no existe una fórmula mágica. En el mismo sentido, Esposito et al. (2018) enfatizan la necesidad de tecnologías y modelos de negocio disruptivos apalancados en ciertas premisas, tales como la longevidad y durabilidad, la reutilización y la desmaterialización. En un contexto así, no debe perderse de vista que no solo los beneficios económicos que pueden resultar del proceso de EC sino, por otro lado, también considerar cuáles son las desventajas que puedan presentarse las mismas. La Economía Circular (EC) implica nuevos procesos organizativos que permitan cumplir con esas exigencias, y a esos requisitos se les tiene que conceder su particular importancia, ya sea en aspectos favorables o retadores.

Por otro lado, se tendrán que descubrir y adoptar modelos específicos de EC que abarque un conjunto diferente de ingredientes, que van a incluir, por ejemplo, la construcción de un producto duradero, la prestación de servicios en vez de la venta de productos, las cadenas de suministro circulares, certificaciones ecológicas como la FSC, etc. (Amaya, 2019). Con este enfoque

variado, se aplica una mejora práctica de la EC tal y como podía implementarse para llegar a tus objetivos específicos y las necesidades concretas de cada uno de los contextos. En ese sentido, han ido surgiendo diferentes modelos o técnicas relacionadas con la economía circular que citan Cerdà y Khalilova (2016) que como continuación se describen: un Sistema Producto-Servicio que acaba siendo una abordaje nuevo y diferente de satisfacer las necesidades del consumidor que une productos materiales, productos tangibles y servicios intangibles, centrados en la funcionalidad que va buscando el usuario y no en un deseo por poseer un producto.

Es posible distinguir distintos tipos como la oferta de productos, la de uso y la de resultado. El Red-HotPlan de Vodafone ejemplifica la oferta de teléfonos móviles mediante un sistema de alquiler y con un cambio anual que promueve relaciones con la clientela de largo recorrido. La segunda vida de materiales y productos queda de manifiesto en el caso Tata Motors Assured, que elige ciertos automóviles de segunda mano, los renueva y los reconvierte en un segundo ingreso. Un caso emblemático de la transformación de productos es el de BMW, quien mantiene vigente la idea de que un material puede ser transformado dos veces al reelaborarse de nuevo como un producto distinto. El reciclaje 2.0 que representa Starbucks puede también ejemplificarse por la innovación tecnológica mediante la transformación de residuos en productos útiles.

El consumo colaborativo, fruto de las interrelaciones sociales, tecnológicas y medioambientales, queda también reflejado en las plataformas del tipo Airbnb, ThredUP, Peerby a partir de las cuales se interrelacionan las personas que comparten recursos. El Eco-diseño y el Diseño para la Sostenibilidad son enfoques imprescindibles para promover el desarrollo de productos respetuosos con el medio y natural. La economía circular da respuesta a la necesidad de aumentar el tiempo de vida de los productos, recurriendo a estrategias de fabricar para durar, de reacondicionamiento, de actualización y de reparación, por ejemplo. Ejemplos como AFRA en la empresa aeroespacial y Proyecto Ara de Google en la electrónica ayudan a ilustrar cómo la reutilización puede ser introducida adecuadamente en los modelos de negocio, impulsando la sostenibilidad y evitando la producción de residuos.

Por otro lado, la CEPAL propuso una metodología para el proceso de transición de la Economía Circular para todos los sectores de producción de los países de América Latina y el Caribe, prestando especialmente atención a la propuesta de indicadores que permitan medir los avances del modelo en cada uno de los eslabones de la cadena de valor (Van Hoof, et al., 2022). La metodología que se presenta en esta investigación parte del propio y concreto reconocimiento de la región sobre la que se realiza la transición hacia la economía circular, donde se busca marcar algunos avances iniciales que sean capaces de visualizarse y escalarse. Así, se trabaja en distintas escalas que oscilan desde un municipio hasta una región completa, sin perder de vista aspectos como los flujos de recursos, de energía y los impactos ambientales, así como las actividades productivas y el desarrollo económico.

La Coalición para la Economía Circular en América Latina y el Caribe (CECALC) avalada por el Banco Interamericano de Desarrollo, el programa de Medio Ambiente de Naciones Unidas, la Fundación Ellen MacArthur y la Konrad Adenauer Stiftung también tiene una visión estratégica. En su análisis consideran sectores relevantes como la agricultura, minería y construcción que son grandes demandantes de recursos naturales en la zona, y resaltan la necesidad de abordar problemáticas ambientales relevantes como la pérdida de biodiversidad, la deforestación, la gestión de residuos y aguas residuales. La visión de CECALC también destaca la cadena de valor del turismo y de las pequeñas y medianas empresas como actores imprescindibles para el desarrollo regional. Esta perspectiva integral y estratégica establece prioridades y oportunidades en diferentes escalas y plantea una trayectoria para la transición de una economía circular en América Latina y el Caribe (Van Hoof, et al., 2022).

Figura 9. Etapas de la transición a la EC



Fuente: Elaboración propia a partir de Van Hoof et al. (2022).

La metodología formulada para la evaluación de los avances en cadenas de valor prioritarias en la detección de oportunidades de economía circular se fundamenta en una lógica integral y pragmática que consta de tres importantes pasos que se definen en la figura 9, con la intención de avanzar en la estrategia de transición a Economía Circular:

Paso 1: Identificación de las Cadenas con Potencial de Transformación. Con esta opción, se trata de identificar las cadenas con potencial de transformación de la región, tomando criterios pragmáticos con la intención de contribuir en las economías locales de América Latina y el Caribe (ALC). Las cadenas productivas a priorizar, cumplen con los criterios siguientes:

Desarrollo local integral: La cadena productiva está desarrollada localmente, desde el diseño del producto o servicio, la extracción de materia

prima, el procesado, la distribución, el consumo y hasta el fin de la vida del mismo.

Importancia regional: La producción de esta cadena es relevante en la economía de la región (se supone que la cadena productiva en la región tiene un peso importante), tiene un consumo importante de recursos y es importante para las políticas públicas locales.

Participación de las pymes: La producción de la cadena incluye pymes, que son una prioridad en la salida de la crisis pandémica.

Paso 2: marco de análisis y evaluación de avances. La segunda actividad presenta el marco de análisis y evaluación de avances en economía circular de la cadena productiva elegida. Se intenta identificar oportunidades clave en su desarrollo sostenible.

Paso 3: formulación de recomendaciones de política pública. La tercera actividad consiste en la formulación de recomendaciones de política pública para acelerar el paso de la cadena productiva a la economía circular prioritaria; las recomendaciones son una línea de trabajo identificada en los resultados de las dos actividades anteriores de cambio por un desarrollo positivo, sostenible en la región. El abordaje secuencial y estructurado permite que la implementación de estrategias de economía circular sea ágil, a partir de la preparación de una guía explícita y orientada hacia resultados concretos; una explicación gráfica de estos pasos podría ser el diagramas que acompaña a dichos pasos en el primer lugar en el que se espera que surjan tales oportunidades, la evaluación del avance en la respuesta a las necesidades de las partes interesadas y la formulación de políticas para avanzar hacia la economía circular en las cadenas productivas de mayor relevancia (Van Hoof et al., 2022).

La Comisión de Medio Ambiente y Desarrollo (2022) refiere la definición más utilizada sobre “sostenibilidad”, la frase “satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas” (p. 16). El propósito del triple resultado final, propuesto por Elkington (como se evidenció en Wiegand y Wynn, 2023), es que una organización, para el caso de ser realmente sostenible a largo plazo, tiene que tener en cuenta no solo

sus resultados financieros, sino también sus impactos sociales y ambientales; esto es, además de su rentabilidad económica, las empresas tienen que tener en cuenta su huella ecológica y su contribución al bienestar social.

El Triple Bottom Line propone por parte de Elkington (1998), alusión a tres dimensiones principales que sustentan la sostenibilidad: social, económica y ambiental. Este último corresponde también a las personas, planeta y ganancias, respectivamente. Tal como indicaron Wiegand y Wynn (2023), la dimensión económica se centra principalmente en la eficiencia en el uso de recursos a través de garantizar la viabilidad y la competitividad a largo plazo y la obtención de beneficios; la ecológica, que se dirige a la gestión y conservación de los recursos naturales y medioambientales; y la que es social que se enfoca prioritariamente en el bienestar humano, las relaciones sociales y la justicia.

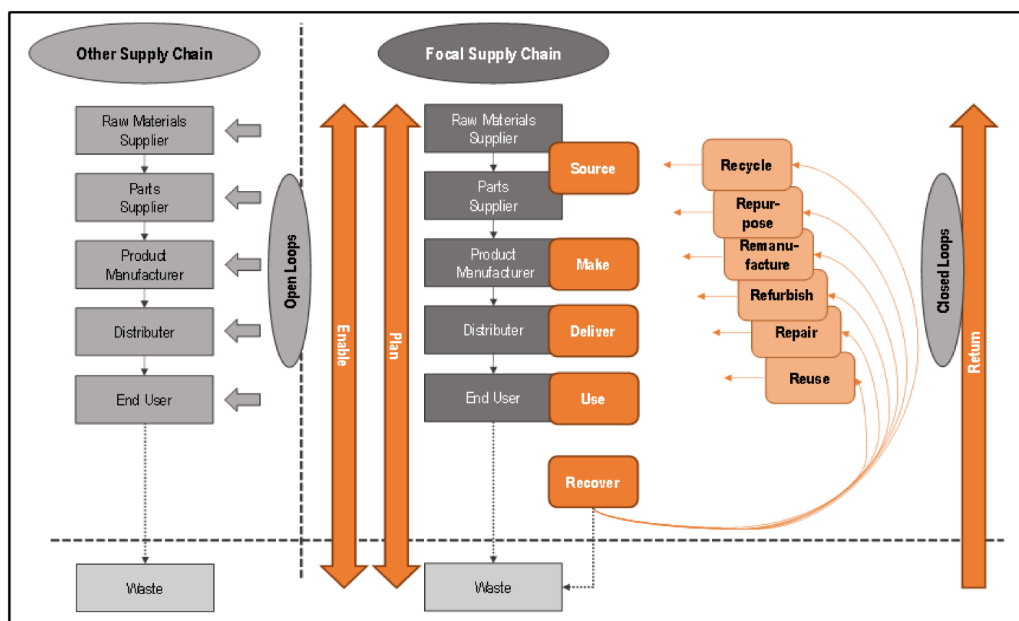
Así pues, la sostenibilidad necesita tener una mirada holística que forme parte de la estrategia corporativa y que se vea reflejada en el modelo de negocio, en la cultura organizacional, en los procesos y en las actividades de la empresa. Al evaluar la sostenibilidad de la organización en la cadena de valor de una organización se puede hacer con una revisión más completa que incluya toda la red de suministro y los procesos que existen por arriba y por debajo de la cadena de suministro, respectivamente, es decir, cómo se producen, distribuyen, sirven, utilizan y eliminan los productos y, al mismo tiempo, analizar cómo se administran los recursos existentes y cómo son gestionados los impactos socioambientales en cada una de las etapas (Amini y Bienstock, 2014).

Y la Economía Circular (EC) se considera como una herramienta muy importante para poder avanzar hacia un futuro más sostenible, siendo un asunto de interés tanto para académicos como para profesionales. En su sentido más sencillo, la economía circular busca equilibrar el desarrollo económico con la protección del medio ambiente y los recursos, teniendo como base el querer mantener los productos, componentes y materiales en uso y valor el máximo tiempo posible al mismo tiempo que se intenta minimizar la generación de los residuos (EMF, 2015).

Para una economía circular (EC) sostenible existen estrategias y prácticas que se deben coordinar en los anclajes de las redes de la cadena de

suministro (Nußholz, 2017). Las relaciones bien definidas y la cooperación efectiva son condiciones necesarias para una innovación orientada hacia la circularidad (Brown, et al., 2021). Con respecto a Geissdoerfer et al. (2018), especifican que la infraestructura de red y las capacidades en la cadena de suministro son un pre-requisito para lograr la existencia de modelos de negocio circulares, por la habilidad que poseen en realizar el acoplamiento de la circularidad y la gestión de la cadena de suministro.

Figura 10. Marco de referencia para una cadena de suministro circular



Fuente: Tomado de Montag y Pettau (2021).

Desde el punto de vista de Montag y Pettau (2022), para avanzar hacia una cadena de suministro circular se tiene que dar el paso a un cambio del paradigma organizativo, de manera que la economía circular sea vista como un elemento estratégico a largo plazo y una anticipación a todas las acciones que se necesitan para su implementación, por lo que proponen el marco referencial de la cadena de suministro que se observa en la figura 10. A nivel táctico se precisa implementar cambios en todas las fases del ciclo de vida del producto, desde el desarrollo del producto, su avance a un uso, su paso al desecho hasta

el reciclado del mismo. A nivel de procesos, hay que rediseñar y cambiar muchos de los procesos SCOR (*Supply Chain Operations Reference*) para cerrar los bucles de material y productos.

Los dos primeros niveles de cambio ponen el foco en la empresa y su gestión, y en cómo deben ser conjugados la estrategia, el modelo de negocio y la cartera de productos/servicios con los principios de la economía circular. Ello conlleva que las decisiones estratégicas y tácticas internas de la empresa deben servir como motor para llevar a cabo cambios en los procesos y en la cadena de aprovisionamiento (Wiegand y Wynn, 2023). Montag y Pettau tomaron el modelo SCOR de cadenas de aprovisionamiento para adaptarlo a las cadenas de aprovisionamiento circulares (CSC) y proponen un conjunto integral de indicadores para poder evaluar el desempeño de la cadena de aprovisionamiento desde una perspectiva económica, medioambiental, social y circular.

Dicho marco incluye las tres dimensiones tradicionales de la sostenibilidad (económica, medioambiental y social) y la perspectiva circular con la que se pretende mantener en circulación el mayor tiempo posible, con el mayor valor posible, los productos, componentes y materiales a través de la reutilización y el reciclaje. En su investigación, Montag y Pettau (2022) reconocen las diferentes perspectivas entre la ambiental y circular como fácticamente dispares. Para la economía circular los materiales deben estar en uso, pero la sostenibilidad ambiental se preocupa por evitar el daño al sistema de la Tierra a través de la reducción de residuos y de emisiones de CO₂. El marco que proponen trata de incluir horizontalmente las medidas de desempeño para poder dar cuenta de un desempeño del CSC de forma holística, pero también clarifica la relación circularidad-sostenibilidad.

Por otro lado, Bressanelli et al. (2019) también han estudiado el papel que puedan jugar tecnologías tales como el Internet de las cosas (IoT), el big data y el data analysis en la transición hacia la economía circular. Identificaron ocho funciones concretas que consideraron relevantes en este sentido:

Mejorar el diseño del producto: Emplear los datos en la toma de decisiones y en la optimización de los diseños de los productos para hacerlos más durables, reparables y reciclables.

Tener el target en cuenta: Usar los datos para una comprensión más precisa de los gustos y de las necesidades de los clientes, de forma tal que ofrezcan productos ajustados a estas.

Monitorear y rastrear la actividad del producto: Usar sensores para hacer un seguimiento de la actividad y de la ubicación del uso del producto durante su vida útil.

Ofrecer soporte técnico: Emplear los datos en la prestación de soporte técnico personalizado para acceder a la experiencia del cliente.

Ofrecer mantenimiento preventivo y predictivo: Usar los datos para predecir cuándo un producto está en el momento de mantenerlo, manteniéndolo antes de que ocurra la falla.

Optimizar el uso del producto: Usar los datos en la búsqueda por mejorar la eficiencia y el rendimiento del producto durante el uso.

Actualizar el producto: Usar datos para actualizar los productos ya existentes en su vida útil.

Mejorar la actividad de reciclaje y fin de vida: Usar los datos para hacer más fácil el desmantelamiento, reutilización y reciclado de productos en su fin de vida.

Estas funcionalidades pueden ayudar a las empresas a administrar de mejor manera el ciclo de vida de sus productos, maximizando su valor, minimizando su impacto. Con esa visión, Bressanelli et al. (2019) proponen un marco que establece cómo las tecnologías digitales asimilan con las estrategias y prácticas circulares, a la vez que éstas pueden verse influenciadas por el desempeño de la sostenibilidad. Proponen que la digitalización lleva a un rediseño integral de productos, modelos de negocio y cadenas de valor, y que el impacto abarca todas las fases del ciclo de vida del producto. El foco es reducir el consumo de materiales y energía, facilitar la reutilización de productos, la remanufactura de componentes y el reciclaje de materiales.

2.4 Principios de la EC

El significado del término “principio” en el Cambridge Dictionary (2021) puede definirse como la idea básica o fundamental que establece o describe las reglas que determinan cómo ocurre o funciona un determinado fenómeno. Asimismo, el término “principio operativo” puede definirse como una descripción más precisa que define cómo se estructura la forma de funcionamiento de un sistema determinado. En otras palabras, en lugar de ser solamente una afirmación normativa o conceptual, señala la lógica funcional del sistema en cuestión.

Cuando dicho enfoque es trasladado al ámbito de la economía circular sostenible (ECS), la noción de principio operativo adquiere unas características particulares. En este sentido, podría estipularse como la definición sistémica mediante la cual la forma en la que los distintos fragmentos del sistema interaccionan para abordar los objetivos estructurales del sistema tecnológico en tanto que tal (Frenken, 2006). A partir de este esquema, los principios operativos no solamente son directrices teóricas, sino que son elementos articuladores que permiten abordar las formas de cómo se ejecutan las estrategias de sostenibilidad y circularidad; en otras palabras, no solamente permite identificar cómo debería funcionar el sistema a partir de la teoría, sino que explica la forma en la que se estructura el funcionamiento en términos de aplicabilidad y operatividad.

Por ende, en el contexto de la ECS, el término “principio operativo” se utiliza para referirse a aquellas estrategias básicas que permiten entender el funcionamiento interno del sistema a partir de una lógica sistémica. Es más, estas entran a trabajar dentro de los objetivos del sistema y van en paralelo con la acción; es decir, con los mecanismos mediante la cual se llevan a la práctica los objetivos de sostenibilidad. Por este motivo, una densa discusión de ello es la base para la construcción, evaluación y re-diseño de políticas, modelos de negocio o incluso procesos de producción que conviertan en una práctica coherente con los principios de una economía circular verdaderamente sostenible.

Figura 11. Principios operativos para una economía circular, sostenible y resiliente.



Fuente: Elaboración propia a partir *Integración de la economía circular en el marco del desarrollo sostenible: Marco teórico e implementación práctica*, Suárez (2021).

Siguiendo a Suárez (2021), la clasificación de las diferentes acciones para el hecho de que son suyas respecto a un principio operativo u otro, se establece en función de la meta de la acción. En efecto, aumentar la eficiencia energética tiene su meta en la necesidad de conseguir reducir el total de recursos que son utilizados para conseguir determinada cantidad de energía y, con ello, facilitar la adecuación entre la tasa de extracción de los recursos y la tasa natural de regeneración que el sistema natural tiene. Si de esta manera mejorar la eficiencia energética, involucra indirectamente una disminución de las emisiones, pero la meta principal en este último caso sería reducir las entradas al sistema. Es decir, aunque una determinada estrategia reduzca entra y salga, puede ser clasificada sólo según un principio operativo, a partir de la meta establecida. De todas maneras, el caso importante es conseguir abarcar todas las actuaciones, pues son sistemas complejos donde muchas de las acciones estarán, en definitiva, interrelacionadas y realimentadas (Suárez, 2021).

Los principios operativos de la economía circular sostenible (ECS) constituyen el hilo conductor, que da continuidad a los planteamientos teóricos del paradigma y su implementación. Incluso los principios operativos se pueden encontrar repartidos en tres categorías básicas: principios operativos identificadores, los principios esenciales y los principios transversales. Cada uno de ellos constituyen un conjunto de estrategias que permiten transformar la representación teórica de la circularidad concreta hacia la plena sostenibilidad del sistema productivo y del consumo (Suárez, 2021).

2.4.1 ***Los principios operativos identificadores***

Los principios operativos identificadores encuentran su raíz en los fines teóricos de la ECS y son el espacio de articulación de las vías adecuadas para enlazar las interacciones del sistema socioeconómico con los límites condicionantes biofísicos del planeta. El primero de los principios identifica que las entradas de recursos en el sistema productivo y de consumo deben ser en armonía con la capacidad de regeneración del sistema natural, lo que implica la necesidad de hacer esta distinción entre insumos renovables y no renovables. De esta manera, se tiende a aplicar estrategias fiscales relacionadas con la reducción de los materiales no renovables, así como un uso responsable de los recursos renovables respetando tasas de uso que sean compatibles con la sostenibilidad ambiental (Elia et al., 2017). Estrategias recurrentes incluye: mejorar la ecoeficiencia (Comisión Europea [EC], 2014, 2015; Su et al., 2013); el desacoplamiento entre crecimiento económico y presión ambiental (Ness, 2010), la reducción de la demanda de servicios ecosistémicos por unidad de producción (Figge et al., 2014), la promoción del uso de energías renovables como principal medida para reducir las externalidades del sistema (Ellen MacArthur Foundation, 2013; Elia et al., 2017).

En paralelo, el desprecio sobre los flujos de salida del sistema natural y el ajuste de las salidas del sistema a la capacidad de absorción del medio natural, constituye el segundo principio operativo objetivo. Este principio establece una clara separación entre residuos biológicos y técnicos, sugiriendo así su minimización o eliminación dependiendo de su compatibilidad con los ciclos naturales. La reducción de emisiones y residuos, a partir de las mejoras

en la ecoeficiencia, es una de las principales estrategias dentro de este enfoque (Elia et al., 2017; EC, 2014, 2015).

2.4.2 ***Principios núcleo operativos***

Los principios núcleo no son una derivación directa de los objetivos teóricos, pero dejan claro que son imprescindibles para alcanzarlos ya que estructuran bucles internos en el sistema. El principio de cerrar el sistema, intenta conectar la etapa de la disposición final con la etapa de obtención de recursos, recuperando el clásico ciclo de 3R (reducción, reutilización y reciclaje). La Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo en la gestión de residuos determina una jerarquía de éstas, de donde se puede deducir que la preferencia es para la prevención, seguida de la preparación para la reutilización, de reciclaje, de valorización energética y finalmente, de la etapa de disposición final en vertederos (EU 2008/98/EC). En este sentido, la utilización y el reciclaje se posicionan como estrategias prioritarias, ya que permiten reintegrar materiales al sistema productivo reduciendo la extracción de recursos vírgenes Park y Chertow (2014); Castellani et al. (2015); Birat (2015).

Un principio importante es el mantenimiento del valor de los recursos en el sistema el mayor tiempo posible, consecuencia de aumentar la durabilidad de los productos y de la recirculación de recursos a lo largo de su ciclo de vida. La obsolescencia, sobre todo en el sector electrónico, supone un obstáculo para este principio (Guiltinan, 2009). Las estrategias vinculadas a este principio son la reutilización, la reparación, la refabricación, el reacondicionamiento y la simbiosis industrial y favorecen la eficiencia del sistema al reducir los bucles de retroalimentación (Stahel, 2013; Kalmykova et al., 2017; Korhonen et al., 2018a; Elia et al., 2017).

El tercer principio núcleo es la reducción del tamaño del sistema, definido como la disminución del total de los recursos que transitan por el sistema socioeconómico. Ello quiere decir que se apuntará a disminuir el consumo absoluto de recursos y alentar prácticas de producción y consumo sostenibles. En este punto se hace énfasis en el impulso de modelos colaborativos o de tipo servicio que ponen en entredicho la propiedad individual como barrera estructural para la circularidad (EESC, 2014; Tukker, 2015), junto a la transparencia en la

producción y la coparticipación de todos los actores involucrados, también los consumidores, como aspectos fundamentalmente constitutivos para avanzar hacia una mayor eficiencia equitativa (Connett et al., 2011; Su et al., 2013).

2.4.3 ***Principios de operación transversales***

Los principios transversales son habilitadores que permiten maximizar la eficiencia de los anteriores y reforzar el marco de la ECS. Uno de ellos es el de diseño con finalidad circular. Este planteamiento defiende que hay que considerar el ecodiseño y la eco-innovación en las primeras fases de los procesos productivos a fin de que los productos puedan ser reciclables, reparables o reutilizables (Kalmykova et al., 2017; Korhonen et al., 2018a; Sauvé et al., 2016; Elia et al., 2017). La eco-innovación, según Kemp y Pearson (2007), alude a la creación o la adopción de soluciones innovadoras que reduzcan los impactos negativos a lo largo de todos los ciclos de vida de los productos.

El segundo principio transversal es la educación, pensada como un eje estructurante de la transición de paradigma. La formación en valores, habilidades y conocimientos orientados a la circularidad deben calar en los productores y en los consumidores (De los Ríos & Charnley, 2017; Ghisellini et al., 2016; EEA, 2016). La necesidad de crear una nueva cultura de consumo en torno a la idea de ser suficiente y limitar la acumulación innecesaria es ampliamente reconocida (Yang et al., 2011, Kirchherr et al., 2018). En definitiva, la educación es descrita como un principio habilitador clave que es capaz de traducir transformaciones estructurales en las formas de producir, consumir y relacionarse con los bienes naturales (Bonciu, 2014, Elia et al., 2017).

2.5 **Barreras, obstáculos y condiciones de éxito**

Pese a los conocidos beneficios de la economía circular en el ámbito medioambiental, económico y social, la aplicabilidad de la misma se enfrenta a un gran número de barreras. Destacando en primer lugar su capacidad para reducir las emisiones, gestionar los recursos de forma racional, cuidar los ecosistemas y producir empleo a través de modelos económicos sostenibles (Kalmykova, Sadagopan & Rosado, 2018; Kalverkamp & Raabe, 2018). La EC también permite garantizar el suministro de materias primas, favorece la innovación tecnológica y ayuda a avanzar hacia una economía menos dependiente de

los recursos escasos (Simon, 2019; Urbinati, Chiaroni & Chiesa, 2017; Velte, Scheller & Steinhilper, 2018).

En cambio, el tránsito hacia el nuevo paradigma no está exento de obstáculos, tal y como identifican Kirchherr et al. (2018), quienes encuentran cuatro tipos de barreras: las culturales, las de mercado, las normativas y las tecnológicas. Las culturales contemplan la resistencia al cambio por parte de consumidores y empresas, la conformidad del modelo lineal y la falta de colaboración en las cadenas de valor. Las barreras de mercado están relacionadas con los costes bajos de los materiales vírgenes y de financiación escasa para los modelos circulares de producción. Las barreras normativas se encuentran en la ausencia de políticas claras y la escasa estandarización. Por último, las barreras tecnológicas hablan de los defectos en los diseños circulares, la falta de datos y las dificultades para escalar soluciones innovadoras (Medjdoub, 2020).

El análisis DAFO realizado por Medjdoub (2020) evidencia que la economía circular significa ventajas en términos de costes, estabilidad frente a la volatilidad del precio, así como la producción de componentes más duraderos. Al mismo tiempo, la economía circular también enfrenta debilidades institucionales, falta de regulaciones y una escasa percepción pública (Sariatli, 2017). Por lo que entender la transición circular debe articular esfuerzos estratégicos desde todos los ámbitos (académico, político, corporativo, social) encaminados a constituir una economía regenerativa, resiliente y competitiva en el largo plazo.

Tabla 1. Análisis FODA de la EC aplicada a los negocios

FORTALEZAS	DEBILIDADES
- Nuevas fuentes de ganancias - Optimización del sistema - Cambio radical e innovación del sistema	- Complejidad en la organización y gestión - Confidencialidad, confianza, beneficios mutuos, dependencia, etc. - Necesidad de información - Apego emocional y valores intangibles - Costos de transacción - Prima de riesgo (control)
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Amenazas del modelo lineal: - Riesgo en el suministro de recursos - Mayor intervención gubernamental - Legitimidad Tendencias sociales: - Contratación circular - Consumo colaborativo - Creación de valor múltiple - Co-creación de propuestas de valor	- Competencia de los modelos lineales - Materias primas baratas - Sustitutos de materiales escasos - Necesidad de transición del sistema - Costes iniciales elevados - Largo plazo para la recuperación de ingresos - Corto horizonte temporal de muchos accionistas - Conciencia y urgencia limitadas en la sociedad y los negocios

La adopción del modelo de economía lineal basado en el trío «extraer-fabricar-desechar» ha hecho que exista la elevada proporción de residuos, contaminación y agotamiento de los recursos que ha empujado a muchos especialistas a la búsqueda de soluciones adecuadas para proteger el medio ambiente, siendo la más importante de ellas la economía circular, que es una economía vital que intenta transformar nuestra forma de vivir aprovechando al máximo los productos mediante el reciclaje y la reproducción en nuevas formas y usos para servir tanto a la economía como al medio ambiente (Medjdoub, 2020).

2.6 Sector industria en Colombia

Según el Censo Económico de Colombia para el sector industria realizado por el DANE (2021), el concepto de industria se encuentra estandarizado y hace alusión a “las actividades de unidades estadísticas que se dedican a la transformación física o química de materiales, sustancias y componentes en productos nuevos, el trabajo se puede realizar con máquinas o a mano, y en una fábrica o a domicilio” (p. 13). En esa medida, la Clasificación Internacional Uniforme – CIIU en su cuarta revisión adaptada para Colombia también citada en el documento DANE (2021), establece que la industria manufacturera es el compendio de materiales, componentes o sustancias que son transformadas y se derivan de actividades como “la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la pesca y la explotación de minas y canteras, así como productos de otras actividades manufactureras” (p. 14). En consonancia con lo anterior, el DANE (2021) establece las siguientes definiciones aclaratorias:

Empresa Industrial: es una unidad económica o combinación más pequeña de unidades productivas que abarca y controla, directa o indirectamente, todas las funciones necesarias para realizar actividades de producción de bienes manufacturados. Tiene capacidad, por derecho propio, de poseer activos, contraer pasivos y realizar actividades económicas y transacciones con otras entidades. Una empresa puede realizar una o varias actividades productivas².

Establecimiento industrial: combinación de actividades y recursos que, de manera independiente, realiza una empresa o parte de una empresa para la producción del grupo más homogéneo posible de bienes manufacturados, en un emplazamiento o desde un emplazamiento o zona geográfica, y de la cual se llevan registros independientes sobre materiales, mano de obra y demás recursos físicos que se utilizan en el proceso de producción y en las actividades auxiliares o complementarias (p. 14).

Bajo esa perspectiva, la clasificación CIIU no se limita a la agrupación de datos estadísticos de la industrial sino que se convierte en un mecanismo para brindar información a los diferentes usuarios o entidades interesadas en

la información empresarial de acuerdo a las distintas actividades económicas. En ese sentido, en la siguiente tabla se enuncian las actividades económicas clasificadas en la sección C referente a la industria manufacturera en Colombia.

Tabla 2
Clasificación CIIU para las actividades de la industria manufactura en Colombia

División	Descripción de la actividad económica
10	Elaboración de productos alimenticios
11	Elaboración de bebidas
12	Elaboración de productos de tabaco
13	Fabricación de productos textiles
14	Confección de prendas de vestir
15	Curtido y recurtido de cueros; fabricación de calzado; fabricación de artículos de viaje, maletas, bolsos de mano y artículos similares; artículos de talabartería y guarnicionería; adobo y teñido de pieles
16	Transformación de la madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de cestería y espartería
17	Fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón
18	Actividades de impresión y producción de copias a partir de las grabaciones originales
19	Coquización, fabricación de productos de la refinanciación del petróleo y actividad de mezcla de combustibles
20	Fabricación de sustancias y productos químicos
21	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéuticos
22	Fabricación de productos de caucho y plástico
23	Fabricación de otros minerales no metálicos
24	Fabricación de productos metalúrgicos básicos
25	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo
26	Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos

División	Descripción de la actividad económica
27	Fabricación de aparatos y equipo electrónico
28	Fabricación de maquinaria y equipo N.C.P.
29	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques
30	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte
31	Fabricación de muebles, colchones y somieres
32	Otras industrias manufactureras
33	Instalación, mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipo

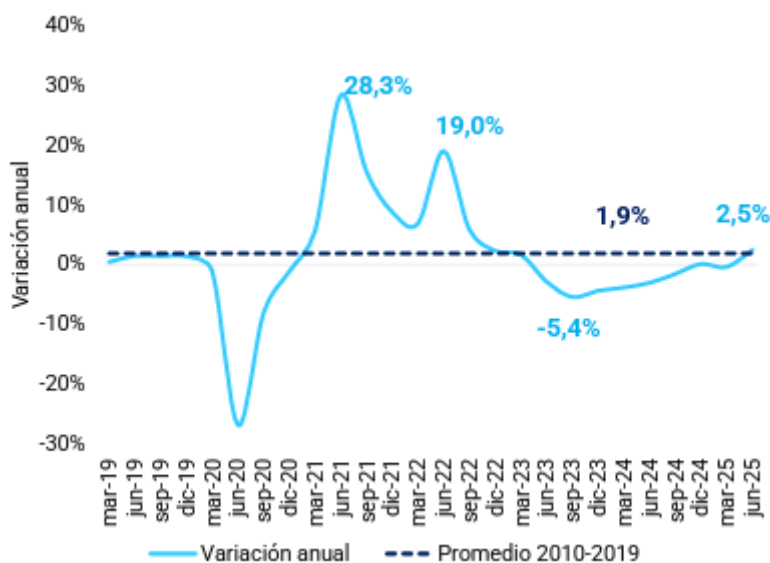
Fuente: Tomado de Censo Económico de Colombia, DANE (2021).

Partiendo de la información anterior, al analizar las cifras del sector industria o manufactura divulgadas por la Dirección de Sectores y Sostenibilidad de CorfiColombiana en su “Informe Trimestral de Dinámica Sectorial” para septiembre de 2025, se observa un crecimiento del 2,5%, representadas en 15 de las 25 actividades. Del mismo modo, 8 de los 14 departamentos que registran información ante la entidad demostraron crecimientos positivos con una representación más significativas de las empresas dedicadas a la producción de alimentos. En adición, el porcentaje de personas empleadas dentro del sector mostró un crecimiento del 4,2% en el primer semestre del año; indicando una recuperación del sector y una estimación de crecimiento proyectada para el fin de año de 1,7%.

Cómo se aprecia en la figura 12, la variación anual de la industria en Colombia en lo corrido de los años 2019 a 2025 ha reflejado una contracción económica del 25% relacionada directamente con la crisis presentada como resultado de la pandemia por Covid-19. Sin embargo, a partir del año 2021 se presenta un repunte positivo del 28,3% causado por la reapertura comercial. Así mismo, para el año 2022 se mantuvo una tendencia positiva obteniendo un 19% de crecimiento del sector industria en Colombia de forma moderada, indicando una pausada recuperación postpandemia. No obstante, a partir del año 2023 se observó una nueva caída en la variación del valor agregado del 5,4%, derivado del menor consumo interno, las condiciones internacionales para la exportación de productos del sector y el alza de los precios de producción. La dinámica del

sector ha ido mejorando de forma gradual, ya que durante lo corrido del año 2024 y la primera mitad del año 2025 se ha percibido una estabilización de la variación en el valor agregado generado por el sector de 1,9% y 2,5% respectivamente.

Figura 12. Variaciones del valor agregado de la industria manufacturera en 2025

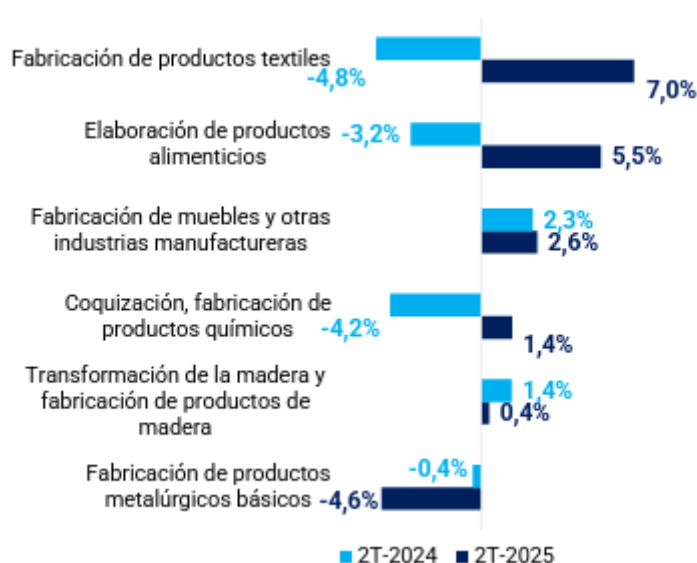


Fuente: Tomado de Informe Trimestral de Dinámica Sectorial, Corficolombiana (2025).

En lo que respecta a las variaciones del valor agregado de acuerdo con los subsectores en que se clasifica la industria manufacturera en Colombia, la figura 13 expone un comparativo entre los resultados obtenidos en 2024 y 2025; dejando en evidencia que la fabricación de productos textiles tuvo una caída el año anterior de 4,8% y un repunte del 7% para el primer semestre del 2025. Del mismo modo ocurre con el subsector elaboración de productos alimenticios, que pasó de una caída del 3,2% en 2024 a un incremento del 5,5% en 2025. El subsector de fabricación muebles y otras industrias se han mantenido estables, con tasas de variación cercanas al 2,5% en lo corrido de los dos años objeto de análisis.

En contraste con lo anterior, los comportamientos más débiles del sector se observan en subsectores como el de coquización y fabricación de productos químicos que pasó de una caída del 4,2% en 2024 y un repunte leve del 1,4% en 2025, indicando una recuperación lenta y estancada relacionada con los altos costos de las materias primas y las restricciones a la demanda. De la misma forma, el fabricación de productos metalúrgicos básicos profundizó su contracción presentada en 2024 del -0,4% a -4,6% en lo corrido de 2025; demostrando la persistencia de dificultades asociadas a la importación dependiente de insumos y la demanda externa.

Figura 13. Variación del valor agregado clasificado en subsectores comparativo

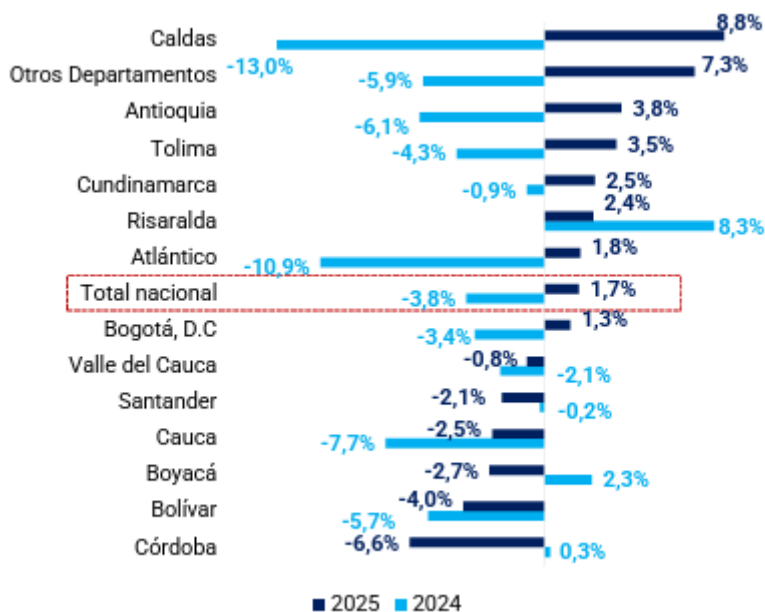


Fuente: Tomado de Informe Trimestral de Dinámica Sectorial, Corficolombiana (2025).

Al revisar los datos expuestos en la figura 14 con respecto a la variación anual comparada del sector a nivel departamental entre los años 2024 y 2025 se puede apreciar un cambio positivo que llevó de la contracción del -3,8% en 2024 al crecimiento de 1,7% para el año 2025 a nivel nacional. De otro modo, al analizar los comportamientos departamentales en producción real manufacturera se observa que en Caldas (8,8%), Risaralda (8,3%) y Atlántico (8,3%), se presentaron los repuntes más significativos del sector, superando el

promedio nacional. Aunado a lo anterior, departamentos como Tolima y Antioquia obtuvieron variaciones positivas del 3,5% y 3,8% respectivamente, que aunque inferiores se mantuvieron estables a lo largo de los dos años.

Figura 14. Variación comparativa de la producción real del sector



Fuente: Tomado de Informe Trimestral de Dinámica Sectorial, Corficolombiana (2025).

Por otra parte, como se aprecia en la figura 14, los principales índices de estancamiento industrial se presentaron en los departamentos de Valle del Cauca, Santander y Bogotá D.C.; este último que, pese a tener una gran importancia económica en el país apenas pudo presentar un crecimiento del -3,4% al 1,3% en el primer semestre de 2025. En esa medida, departamentos como Cauca, Córdoba y Bolívar mantienen cifras de crecimiento estancados cercanas al 0%, indicando una heterogénea recuperación del sector a nivel nacional.

Figura 15. Variación del valor agregado del sector por actividad económica comparativo



Fuente: Tomado de Informe Trimestral de Dinámica Sectorial, Corficolombiana (2025).

De acuerdo con los datos presentados en la figura 15, donde se aprecia el comparativo del segundo trimestre para los años 2024 y 2025 por actividad económica de la industria en Colombia, se aprecia que hubo un crecimiento del 2,5% agregado, después de la contracción económica del -3,0% presentado en el año 2024. En ese sentido, la mejora evidenciada se concentra en las actividades de fabricación de vehículos automotores, revirtiendo una caída del -20% hasta lograr un crecimiento del 14% en el segundo trimestre de 2025. Así mismo, las actividades relacionadas con la industria azucarera (12%), la producción de lácteos y sus derivados (11%) y producción/conservación de carne de res (9%); como resultado del consumo masivo de este tipo de productos de la canasta familiar. En una arista contraria, los sectores metalúrgica, producción cacao/chocolate, coquización y refinación de petróleo, industria maderera y elaboración de bebidas; también han presentado variaciones negativas en lo corrido del último año.

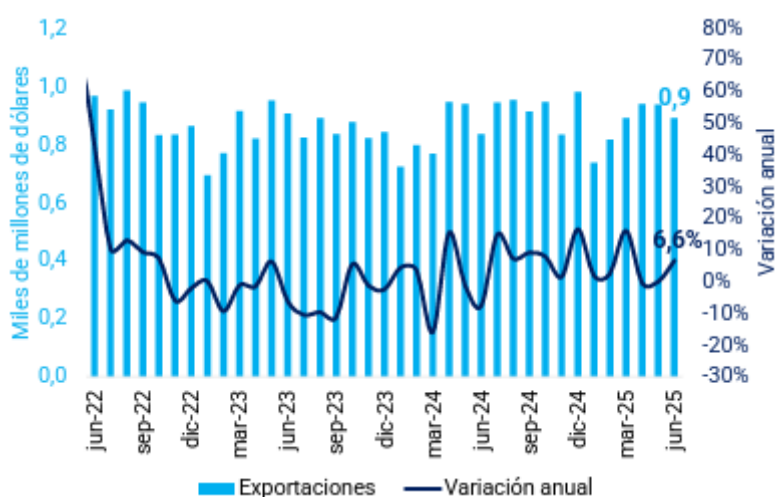
Figura 16. *Aporte de las actividades productivas del sector a la generación de empleo*



Fuente: Tomado de Informe Trimestral de Dinámica Sectorial, Corficolombiana (2025).

En la figura 16 se muestra la variación porcentual del aporte a la generación de empleo evidenciada en el sector industrial en Colombia para el año 2025, demostrando un crecimiento generalizado del 4,4% con respecto al año anterior. En esa medida, los principales aportes a la generación de puestos de trabajo para el segundo trimestre del año se vieron en los subsectores relacionados con la producción de alimentos, equivalente al 13%; seguido de la confección de prendas de vestir, con 1%; la fabricación de mobiliario, con 0,8%; las actividades de curtido y recurtido de cueros, con 0,6%; la fabricación de productos metalúrgicos, con 0,6% y la producción textil, con 0,3%. En contraste, las actividades que demostraron un aporte limitado al mercado laboral colombiano fueron los electrónicos, farmacéuticos, productos químicos y transporte con el 0,1%. Mientras que, actividades como la impresión, bebidas, tabaco y otras industrias no presentaron variación; sumado a las actividades metalúrgicas, de coquización y refinación de petróleo con un decrecimiento en su aporte del -0,4%.

Figura 17. Variación anual de las exportaciones del sector

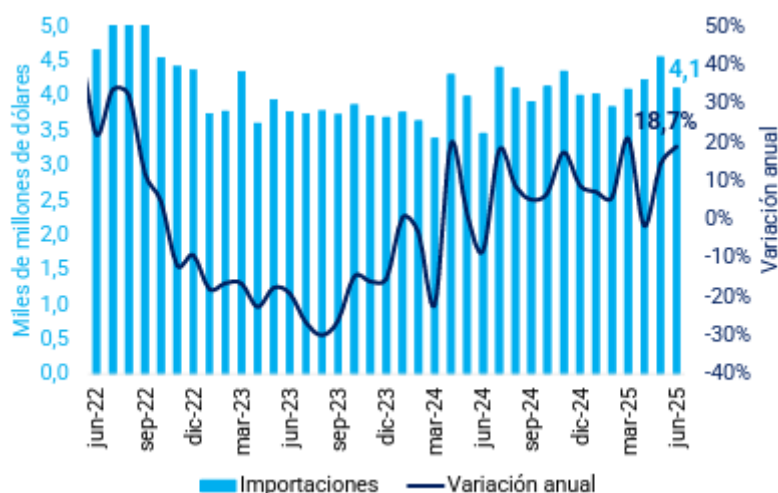


Fuente: Tomado de Informe Trimestral de Dinámica Sectorial, Corficolombiana (2025).

En cuanto al comportamiento exportador del sector manufacturero colombiano para el periodo de tiempo entre junio de 2022 y 2025, la figura

17 presenta una variación positiva durante el último año equivalente al 6,6%; rompiendo con el estancamiento presentado en marzo de 2024 del -20%. Bajo esa perspectiva, para la primera mitad del año 2025 las exportaciones del sector industria alcanzaron la cifra aproximada de mil millones de dólares, evidenciando un mejor crecimiento con respecto al mismo periodo del año 2024.

Figura 18. Variación anual de las importaciones del sector



Fuente: Tomado de Informe Trimestral de Dinámica Sectorial, Corficolombiana (2025).

Finalmente, en la figura 18 se observa que desde junio de 2022 a septiembre de 2023 se presentó en el sector industria un decrecimiento de las importaciones colombianas con una variación negativa del -30% llegando a su pico máximo en el periodo de análisis. Sin embargo, a partir de ese momento se dio paso a un repunte de las importaciones que a junio de 2025 alcanzó los 4,1 mil millones de dólares y una variación del 18,7%. Lo anterior, es indicativo de que la recuperación de las importaciones nacionales en materia de producción industrial requiere de una gran cantidad de insumos provenientes del extranjero pero que también, los niveles de competitividad y procesamiento se han incrementado.



CAPÍTULO II

Materiales y Métodos

1. Metodología de la Investigación

El presente estudio adopta una metodología de investigación descriptiva; la cual, para Arias (2012), “consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”. En este contexto, se hace una descripción detallada de variables como el número de empleados, el tamaño, años de operación, nivel de formación, entre otros aspectos relevantes de las micro y pequeñas empresas del sector productivo de Ocaña. Esta aproximación se complementa con una revisión de literatura, que aborda aspectos teóricos, referenciales, normativos y prácticos que permitan analizar la economía circular como una alternativa económico- sostenible en este tipo de organizaciones.

Según, Arias (2012) el diseño de investigación se define como “la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado”. En la presente investigación se emplearon dos tipos de diseño: documental y de campo. El diseño de campo incluyó la aplicación de un instrumento que permitió describir la economía circular en las micro y pequeñas empresas de Ocaña. Por otro lado, el diseño documental se basó en la recopilación de datos secundarios provenientes de fuentes documentales realizadas por otros investigadores, como artículos, libros y documentos técnicos. Igualmente se incorporó el modelo de economía circular diseñado por el Parlamento Europeo (2023), el cual está estructurado en siete dimensiones, como se observa en la siguiente figura:

Figura 19. Modelo de la economía circular, tomado de (Reconomy)
<https://www.reconomy.com/circular-economy/>



Teniendo en cuenta el modelo de la figura xxx, se diseñó una matriz de operacionalización que permite vincular las dimensiones con las preguntas formuladas en el instrumento aplicado a las micro y pequeñas empresas del sector industrial de Ocaña. De esta manera, se clasifican los ítems del cuestionario que responden a cada dimensión, buscando una coherencia metodología para darle validez al propósito de la investigación, así:

Tabla 3. Matriz de operacionalización de las dimensiones de economía circular

Matriz de operacionalización de dimensiones						
Dimensión del modelo de economía circular						
Diseño	Producción y elaboración	Distribución	Consumo, utilización y reparación	Recogida	Materia prima	Reciclado
"Es el punto de partida del modelo, al centrarse en diseños más circulares, contribuye a que las empresas creen productos duraderos, reparables y reciclables". (Reconomy)	"La incorporación de prácticas más sostenibles en nuestros procesos de fabricación puede mejorar significativamente los esfuerzos de circularidad. Esto podría ser empresas que introduzcan materiales más sostenibles, centrándose en la minimización de residuos y la optimización de la eficiencia energética". (Reconomy)	"Extender la vida útil de los productos es esencial. Al adoptar modelos de consumo, mantenimiento o uso compartido responsables, las empresas pueden garantizar que los artículos se aprovechen al máximo. Promover los servicios de reparación, reventa y alquiler reducirá los residuos innecesarios y maximizará la eficiencia de los recursos". (Reconomy)	"Tras la recolección, todos los materiales deben procesarse mediante métodos más sostenibles, como el reciclaje, la remanufactura o el supraciclaje. Este proceso revitaliza los artículos desechados al monitorizarlos y convertirlos en materias primas de alta calidad para nuevos productos, lo que reduce la necesidad de extraer recursos vírgenes" (R (Reconomy)).	"Al final de la primera vida útil de un producto, es fundamental contar con sistemas de recolección adecuados para garantizar que los materiales no terminen en vertederos. Los sistemas eficientes de recuperación, los programas de gestión de residuos y la participación de los consumidores permiten recuperar recursos valiosos y reintegrarlos al sistema". (Reconomy)	"Se refiere al origen de las materias primas empleadas en la producción, las que pueden ser de origen extractivo o no-extractivo (materiales recuperados) con lo que se puede medir y monitorear los flujos de materiales, determinar el grado de dependencia de materias primas vírgenes y el nivel de impacto de los mecanismos habilitadores de	"El último paso es reintroducir los materiales transformados en la economía. Esto puede lograrse mediante nuevos productos reutilizados, mercados de segunda mano o fabricación de ciclo cerrado. Centrarse en el control de los niveles de reutilización garantiza que los recursos conserven su valor

Diseño	Producción y elaboración	Distribución	Consumo, utilización y reparación	Recogida	Materia prima	Reciclado
Un mejor diseño puede hacer que los productos sean más duraderos o fáciles de reparar, actualizar o reelaborar, pudiendo también ayudar a los recicladores a desmontar los productos a fin de recuperar componentes y materiales valiosos". (Cerdá & Aygun Khalilova) (pág. 17)	"La generación de residuos en la fase de producción se puede prevenir, por ejemplo, a través de la mejora en la eficiencia de materiales, de la utilización de procesos que generen menor cantidad de residuos o de la innovación en productos y servicios". (Cerdá & Aygun Khalilova) (pág. 16)	La generación de residuos, en la fase de distribución, se puede a través de una buena planificación de suministros y existencias, de estrategias de marketing que reduzcan los residuos (por ejemplo, hay que evitar ofertas del tipo «pague una unidad y llévase dos» que tienden a generar residuos al incentivar la compra de alimentos innecesarios), o utilizando empaquetado menos intensivo en residuos (Cerdá & Aygun Khalilova) (pág. 16)	En la fase de consumo, entre otras posibilidades, a través de la utilización de productos que sean menos intensivos en residuos a lo largo de sus ciclos de vida, compartiendo o alquilando productos o reduciendo los niveles de consumo" (Cerdá & Aygun Khalilova) (EEA, 2016). (pág. 16)	"	dinámicas de re-aprovechamiento en ciclos técnicos y biológicos" (Americas Sustainable Development Foundation, 2020)	"y contribuyan a un sistema circular" (Reconomy) "El principio de reciclado se refiere a toda operación de valorización, mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad" (Cerdá & Aygun Khalilova) (página 16)

	<i>En esta dimensión se incluyeron las preguntas 9 y 10 del instrumento.</i>	<i>En esta dimensión se incluyó la pregunta 15</i>	<i>En esta dimensión se incluyeron las preguntas 11, 12, 13 y 14 del instrumento</i>		<i>En esta dimensión se incluyeron las preguntas 6, 7 y 8 del instrumento.</i> Las preguntas 1 al 5 corresponde a la <i>dimensión percepción</i> que poseen los colaboradores de las micro y pequeñas empresas del sector productivo, sobre economía circular y las practicas orientadas a la sostenibilidad y protección del medio ambiente.	

Población y muestra

De acuerdo con Arias (2012) la población se define como “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes”. Para el estudio se tomó como referente las micro y pequeñas empresas del sector productivo de la ciudad de Ocaña Norte de Santander.

La decisión de orientar la investigación hacia este sector de la economía responde a su importancia estratégica dentro de la economía local y representa el espacio ideal para aplicar prácticas de economía circular, teniendo en cuenta las actividades que desarrollan en el proceso de transformación de la materia prima a bienes manufacturados, con lo cual se busca que este sector contribuya a una producción sostenible.

La selección de la muestra será no probabilística por conveniencia, puesto que como mencionan Otzen y Manterola (2017) este “permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador” (p. 230). Así mismo, Crespo y Salamanca (2007) exponen que el muestreo por conveniencia es frecuentemente empleado debido a que el investigador puede requerir que cada uno de los participantes se presente por sí mismo. Se caracteriza por su facilidad de aplicación y eficiencia en la obtención de datos, aunque no es uno de los favoritos puesto que se basa en extraer la mayor cantidad de información de pocos sujetos o fenómenos bajo investigación.

Desde esta perspectiva, la investigación aplicó un muestro no probabilístico por conveniencia, mediante la selección de 60 micro y pequeñas empresas del sector productivo de Ocaña, a partir de información suministrada por la Cámara de Comercio, considerando organizaciones que poseen características específicas como la producción, transformación de bienes y la generación de residuos sólidos. Estas condiciones permiten la aplicación de las siete dimensiones del modelo de economía circular, lo que las convierte en entidades pertinentes para el objeto de estudio

2. Técnicas y herramientas de recolección de datos

Según Arias (2012), las técnicas se refieren a la forma de obtener los datos para responder a los interrogantes de la investigación. Para este caso en particular se utilizó como técnica la encuesta, conformada por una serie de preguntas orientadas a la caracterización de las micro y pequeñas empresas del sector productivo y otras a dar respuesta a cada dimensión del modelo de economía circular. Se utilizó la escala de Likert para estructurar el cuestionario, cada pregunta con cinco alternativas:

Tabla 4. Escala de valoración de likert

NIVEL	VALOR NUMÉRICO
Totalmente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Neutral	3
De acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

3. Análisis de la información

Con la información obtenida a través de las fuentes primarias, se procedió a organizarla, graficarla y analizarla, mediante el uso de herramientas como Microsoft Excel, para la elaboración de tablas y gráficos, e infografías diseñadas en Canva, con el fin de caracterizar las micro y pequeñas empresas. Se utilizó el software estadístico SPSS para interpretar de manera objetiva las dimensiones del modelo de economía circular, lo que permitió formular estrategias de gestión de los residuos y transformación eficiente de los recursos en nuevos productos sostenibles.

Figura 20. Fases para el desarrollo de la investigación

Las fases abordadas para el desarrollo de la investigación fueron:





CAPÍTULO III

Economía circular en pequeñas empresas de la ciudad de Ocaña N.S.

3.1 Caracterización de las micro y pequeñas empresas de producción de la ciudad de Ocaña N. de S.

En Colombia las mipymes representan el 99.5% del sector empresarial, de las cuales las micro conforman el 92%, las pequeñas el 5.9% y las medianas 1.6%, por consiguiente, esta parte del aparato empresarial es muy relevante en la economía del país. (González Patiño & Llanes Valenzuela, 2024)

Figura 21. Caracterización de las micro y pequeñas empresas de producción de la ciudad de Ocaña N. de S.

Caracterización de las micro y pequeñas empresas de producción de Ocaña Norte de Santander



En la infografía (figura 21) presenta 60 micro y pequeñas empresas productivas con registro mercantil activo en la Cámara de Comercio de Ocaña, evidenciando características clave del tejido empresarial local que deben ser consideradas para el diseño de políticas de fortalecimiento económico.

En términos de clasificación de las empresas, la Ley 590 de 2000, reglamentada por el Decreto Nacional 2473 de 2010 en su artículo 2 contempla

las definiciones de micro, pequeña y mediana empresa, basándose en los siguientes parámetros: Mediana empresa entre 51 y 200 trabajadores, pequeña empresa entre 11 y 50, microempresa, una planta de personal no superior a 10 trabajadores, entre otros (Función Pública,). En este sentido, la investigación mostró que el 73.3% (44) de las encuestadas corresponde a microempresas y el 26.7% (16) a pequeñas empresas, lo que indica una clara predominancia de unidades con recursos limitados y estructuras operativas en dos niveles (jefe y trabajadores), lo que sugiere operaciones familiares o poco formalizadas. Así mismo, el 73.3% (44) de estos negocios tienen una planta de personal no superior a 10 trabajadores, ratificando su condición de microempresa, de acuerdo con lo contemplado en la norma. También es relevante destacar, que el 21,6% (11-20 trabajadores) se ubica en el rango de las pequeñas empresas, reflejando una considerable proporción de negocios en este sector.

Una característica que se resalta es que la totalidad de las empresas está dirigida por sus propietarios, lo que es común en este tipo de entidades. Este hecho, combinado con el nivel de formación de sus dueños, donde el 80% oscila entre primaria, bachiller, técnico y tecnólogo sugiere dificultades para afrontar decisiones estratégicas, que le contribuyan a ser competitivas y permanecer en el mercado, adicionándole las dificultades que enfrentan para acceder a los créditos, en parte por falta de educación financiera, como lo manifiesta (Asobancaria, 2018), “no cuentan con las capacidades para formular planes de negocios, evaluar los beneficios de un crédito, saber cómo y cuanto solicitar y gestionar sus flujos de caja”

Respecto al tiempo de operación que tienen las micro y pequeñas empresas del sector productivo, de acuerdo con la (Asobancaria, 2018) por cada 100 nuevas micro, pequeñas y medianas empresas sólo el 43% logran su supervivencia 5 años después. En el caso de la investigación, se evidenció que el 31.7% (19) son empresas jóvenes (menos de cinco años), lo que marca un crecimiento de emprendimientos impulsados por las necesidades de empleo, y el 48.3% (29) de las empresas tienen entre 5 y 10 años de existencia, demostrando que han logrado superar la etapa crítica de supervivencia. Por otro lado, solo un 20% ha superado los diez años, lo que supone negocios resilientes que han logrado superar las dificultades económicas, tecnológicas, sociales, entre otras.

En conjunto, el análisis sugiere que las micro y pequeñas empresas productoras de Ocaña enfrentan serios retos para consolidarse y crecer. La baja escolaridad de los propietarios, la gestión concentrada y los equipos laborales mínimos configuran un ecosistema productivo vulnerable. De ahí que sea clave impulsar programas de formación, financiamiento y asesoría técnica que favorezcan una transformación empresarial más sólida y sostenible.

3.2 Aplicabilidad del modelo de economía circular en las micro y pequeñas empresas de producción de la ciudad de Ocaña N. de S.

Tal como se explicó en la metodología, se implementó el modelo de economía circular, diseñado por el Parlamento Europeo, con el objetivo de integrarlo en las micro y pequeñas empresas del sector producción. Esta iniciativa busca que sea una oportunidad para la optimización del uso de recursos y minimizar el impacto ambiental durante el proceso de transformación en bienes y servicios. Una vez aplicado el instrumento, se obtuvieron los siguientes resultados:

1

Dimensión: Percepción

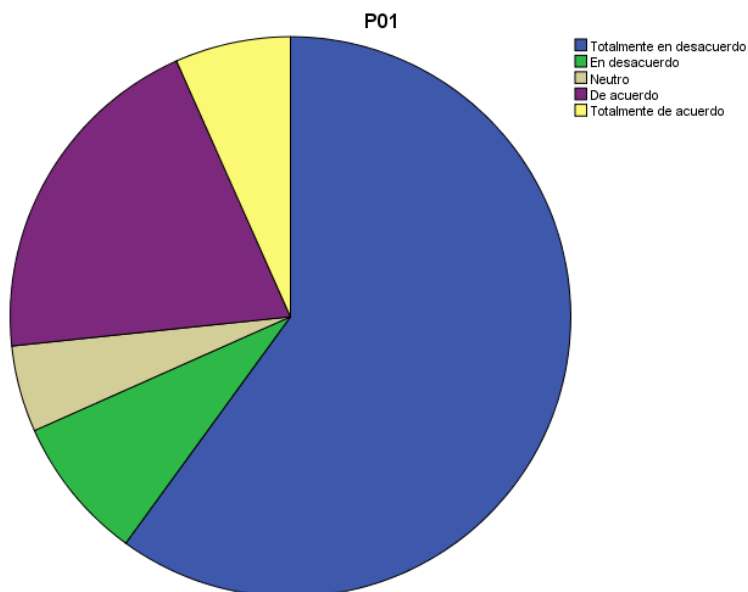
Para los efectos del presente estudio, la dimensión percepción se entiende como el conjunto de creencias, comprensiones y valoraciones iniciales de las y los empresarios sobre la Economía Circular (EC) y sus consecuencias operativas. En una acepción operativa, esta dimensión recoge el entendimiento conceptual en cuanto a los principios de circularidad vinculados a las “7R” (rediseñar, reducir, reutilizar, reparar, renovar, recuperar y reciclar), ya que la apropiación de tales conceptos se entienden como el umbral cognitivo que habilita la adopción de posteriores decisiones y la búsqueda de una mejora continua vinculada a los procesos productivos (AlJaber et al., 2024). En el instrumento aplicado, esta dimensión comienza comprobando el grado de comprensión conceptuales, el ítem que explora explícitamente el entendimiento de las citadas “7R”, situación que permite distinguir desde el desacuerdo hasta el acuerdo pleno y perfilar, por consiguiente, la línea base de conocimiento de la muestra analizada como se expone en los siguientes resultados.

Tabla. 5

Claridad sobre los conceptos de rediseñar, reducir, reutilizar, reparar, renovar, recuperar y reciclar.

P01					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Totalmente en desacuerdo	36	60,0	60,0	60,0
	En desacuerdo	5	8,3	8,3	68,3
	Neutro	3	5,0	5,0	73,3
	De acuerdo	12	20,0	20,0	93,3
	Totalmente de acuerdo	4	6,7	6,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Figura 22. Claridad sobre los conceptos de rediseñar, reducir, reutilizar, reparar, renovar, recuperar y reciclar.



Conforme a la información expuesta en la tabla 1, puede observarse una tendencia manifiesta hacia el desconocimiento o comprensión escasa de los conceptos básicos que están vinculados a la economía circular o circularidad, tales como rediseñar, reducir, reutilizar, reparar, renovar, recuperar o reciclar. De la misma forma, un 60% de los micro empresarios encuestados se mostraron “totalmente en desacuerdo”, mientras que otro 8,3% adicional se identifica con “en desacuerdo”, ya que esto representa un 68,3% del total que manifiestan explícitamente una carencia conceptual significativa.

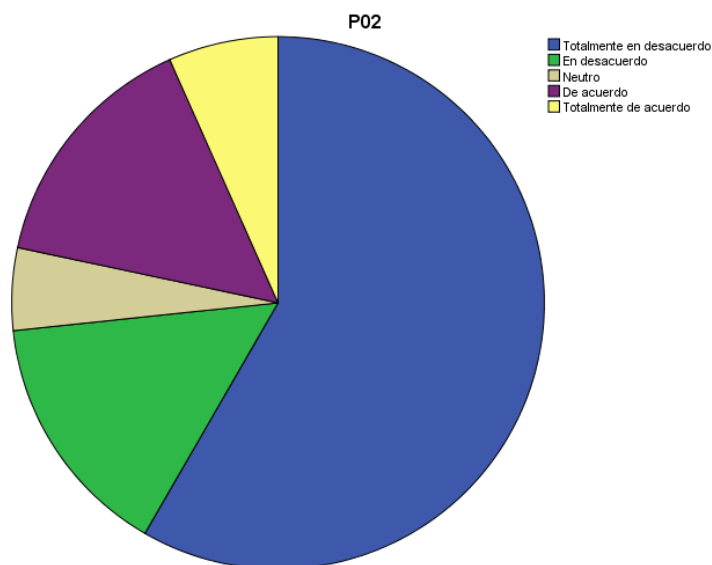
Por el contrario, un 6,7% se muestra “totalmente de acuerdo” con el dominio sobre estos términos, un 20% se aleja de esta opción y expresa su acuerdo en una forma más genérica, lo que sugiere que constituyen una minoría que tiene algún nivel de familiarización con los principios circulares. Un 5% residual se mantiene en una posición “neutral”, lo que podría interpretarse como una gesta de no saber y/o tener una comprensión parcial en sí. Con base en lo anterior, se puede establecer que la puesta en práctica de estrategias circulares en el entorno empresarial a estudiar presenta ya una limitación de carácter estructural, desde la base conceptual, lo que pone de relieve la necesidad urgente de procesos de formativos y de sensibilización mucho más sólidos respecto a los pilares de la economía circular.

Tabla 6

Familiaridad con las estrategias y prácticas de la Economía Circular aplicables al sector productivo.

P02					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Totalmente en desacuerdo	35	58,3	58,3	58,3
	En desacuerdo	9	15,0	15,0	73,3
	Neutro	3	5,0	5,0	78,3
	De acuerdo	9	15,0	15,0	93,3
	Totalmente de acuerdo	4	6,7	6,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Figura 23 Familiaridad con las estrategias y prácticas de la Economía Circular aplicables al sector productivo.



De acuerdo con los datos presentados en la tabla 2, se evidencia poca familiaridad por parte de los empresarios respecto a las estrategias y prácticas de economía circular que son pertinentes para el sector productivo. El 58.3 % de los encuestados expresó estar “totalmente en desacuerdo” con la afirmación de contar con el conocimiento suficiente sobre estas estrategias, mientras que un 15 % adicional se situó en la categoría “En desacuerdo”. En conjunto, esto representa un preocupante 73.3 % de respuestas negativas. Este dato pone de manifiesto una carencia generalizada de conocimiento operativo sobre cómo implementar principios circulares en condiciones económicas concretas.

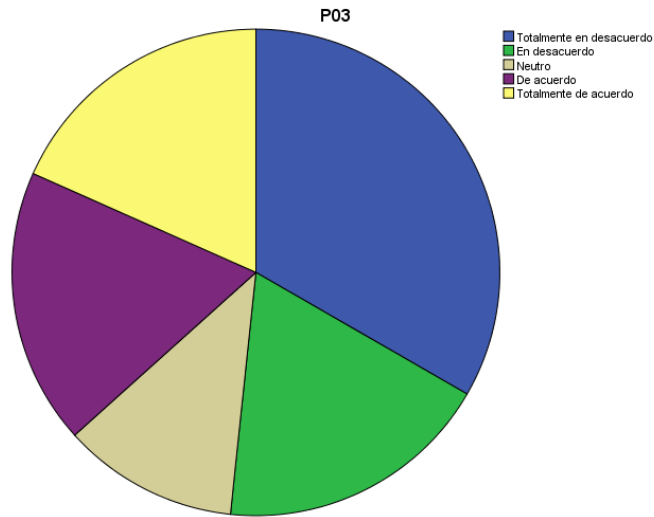
Por su parte, un 6 % manifestó estar “totalmente de acuerdo” en poseer tal familiaridad, y un 15 % adicional indicó estar “de acuerdo”, lo que suma apenas un 21.7 % de respuestas positivas. Un 5% adicional de la muestra optó por una postura neutral, lo que podría reflejar tanto incertidumbre como un conocimiento todavía insuficiente, que pone de manifiesto una marcada desconexión entre la teoría de la economía circular y su aplicación práctica en los procesos productivos de las empresas, lo cual refleja una barrera evidente

para alcanzar la sustentación de la economía circular en la práctica en el entorno empresarial analizado.

Tabla 7.
Implementación de acciones orientadas a la protección del medio ambiente durante el proceso de producción.

P03					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Totalmente en desacuerdo	20	33,3	33,3	33,3
	En desacuerdo	11	18,3	18,3	51,7
	Neutro	7	11,7	11,7	63,3
	De acuerdo	11	18,3	18,3	81,7
	Totalmente de acuerdo	11	18,3	18,3	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Figura 24. Implementación de acciones orientadas a la protección del medio ambiente durante el proceso de producción.



Igualmente, los datos de la tabla 3 hacen posible identificar una tendencia moderadamente negativa respecto de la adopción de acciones tendientes a la protección del medio ambiente en el marco de la producción. Un 33.3% de los empresarios manifestó estar “totalmente en desacuerdo” con la adopción de prácticas ambientales en sus procesos productivos, mientras que un 18.3% adicional lo hizo expresando su “desacuerdo”, acumulando así un total del 51.6% de respuestas que dan cuenta de la inexistencia o de la escasa adopción de medidas sostenibles en este ámbito.

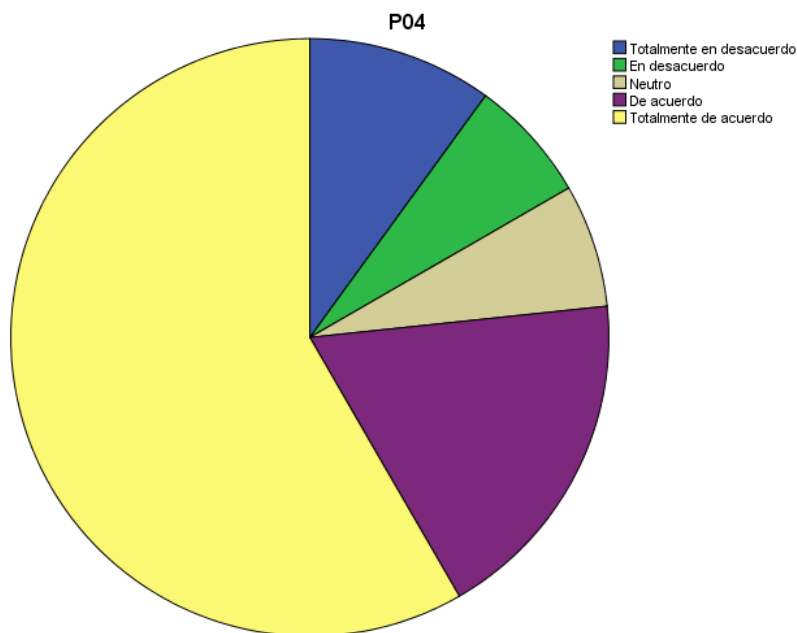
Sin embargo, se observa también un significativo bloque de empresarios que reportan acciones positivas: el 18.3% tomó la opción de “de acuerdo” y su homólogo, el 18.3%, se posicionó en la categoría de “totalmente de acuerdo”, alcanzando así un 36.6% de respuestas afirmativas que dan cuenta de algún nivel de compromiso ambiental, mientras que el 11.7% de los restantes optó por un posicionamiento “neutro”, lo que puede dar cuenta de la escasa o insegura aplicación de las medidas de protección ambiental.

Tabla 8.

Considera que la implementación de prácticas de economía circular en la empresa permite la reducción de costos y maximiza su valor económico.

P04					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Totalmente en desacuerdo	6	10,0	10,0	10,0
	En desacuerdo	4	6,7	6,7	16,7
	Neutro	4	6,7	6,7	23,3
	De acuerdo	11	18,3	18,3	41,7
	Totalmente de acuerdo	35	58,3	58,3	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Figura 25. Considera que la implementación de prácticas de economía circular en la empresa permite la reducción de costos y maximiza su valor económico.



Mientras tanto, los datos que se pueden observar en la tabla 4 presentan por una visión bastante positiva por parte del empresario, en cuanto a la existencia de un impacto económico en la implementación de la economía circular en sus empresas. Un 58,3% de los encuestados señala estar “totalmente de acuerdo” con la afirmación de que, con la economía circular, se reducen costes y se hace más rentable la compañía, y un 18,3% añade que también se encuentra “de acuerdo”, de tal manera que se obtiene un 76,6% de opiniones que positivamente sugieren que la economía circular tiene beneficios financieros. Por el contrario, sólo un 10% se ha situado en la afirmación de “totalmente en desacuerdo”, y además un 6,7% en la afirmación “en desacuerdo”, representando el porcentaje de la muestra que no coincide en que la adopción de prácticas circulares reduzca los costos operativos y maximice el valor económico de la empresa.

Por su parte, el 6,7% restante ha contestado de forma “neutral”, aunque es posible que haya sido debido a la falta de pruebas directas o porque simplemente no conocen de manera directa los efectos económicos concretos

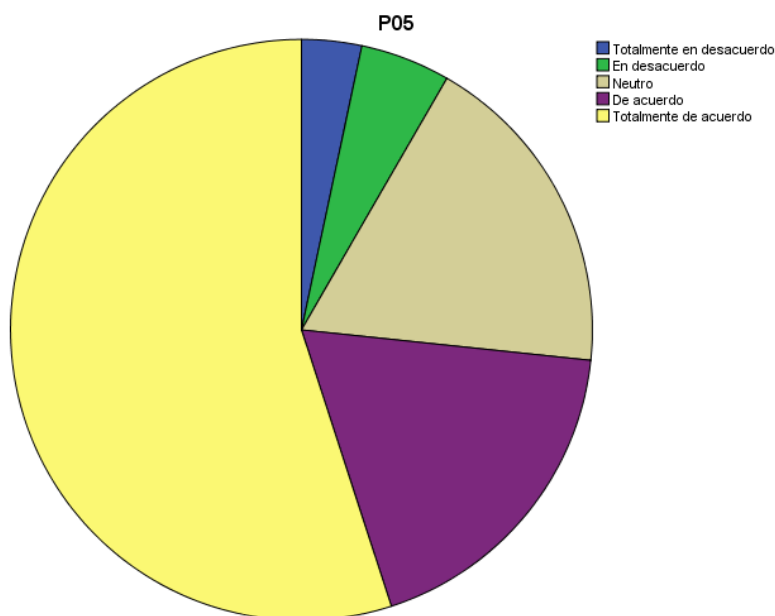
de la economía circular. En definitiva, el punto que observamos entre la tabla anterior y estas nuevas relaciones es un cambio importante, ya que aunque hay poca claridad conceptual y práctica con la economía circular. En cambio, la visión como útil está más extendida, y puede ser el punto de apoyo que se encuentra para poder trabajar en una orientación de su implantación desde la rentabilidad empresarial.

Tabla 9.

Cuenta la empresa con un plan de gestión de residuos encaminado a minimizar los desechos y maximizar el reciclaje.

P05					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Totalmente en desacuerdo	2	3,3	3,3	3,3
	En desacuerdo	3	5,0	5,0	8,3
	Neutro	11	18,3	18,3	26,7
	De acuerdo	11	18,3	18,3	45,0
	Totalmente de acuerdo	33	55,0	55,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Figura 26. Cuenta la empresa con un plan de gestión de residuos encaminado a minimizar los desechos y maximizar el reciclaje.



De acuerdo con lo visto en la tabla 5, se observan respuestas favorables con respecto a la gestión responsable de residuos de las empresas que ha realizado la encuesta, concretamente en lo relativo a la minimización de residuos y a la maximización del reciclaje. Un 55% de los empresarios se ha mostrado “totalmente de acuerdo” con que en sus empresas exista una gestión de residuos, mientras que el 18,3% adicional se ha mostrado “de acuerdo”, lo que suma un total del 73,3% de respuestas favorables. Esta cifra muestra un importante nivel de compromiso estructural hacia prácticas que se alinean con “los principios de la economía circular”; especialmente en lo que atañe al cierre de ciclos materiales.

Mientras tanto, el 18,3% de los encuestados se ha posicionado en la categoría “neutral”, algo que puede dar cuenta de una falta de conocimiento del plano o de una participación limitada en su ejecución. Las respuestas negativas son mínimas: tan sólo el 3,3% se ha apoyado en “en desacuerdo total” y el 5% restante en “en desacuerdo”. Considerando este resultado en su conjunto, se observa que no tiene relación con la escueta familiaridad conceptual observada

en las tablas anteriores, lo que podría querer decir que a pesar de las limitaciones desde el punto de vista teórico, algunas empresas han incorporado prácticas concretas de manejo de residuos, al parecer aquéllas que se encuentran más presionadas para acometerlas de manera ineludible por las exigencias de regulaciones o por los incentivos externos o por las presiones del entorno.

Tabla 10.

Estadísticos descriptivos Dimensión Percepción

	N	Media	Desv. típ.	Varianza
Tiene claro los conceptos de rediseñar, reducir, reutilizar, reparar, renovar, recuperar y reciclar.	60	2,050	1,4430	2,082
Está familiarizado con las estrategias y prácticas de la Economía Circular aplicables al sector productivo.	60	1,967	1,3650	1,863
Su empresa ha implementado acciones orientadas a la protección del medio ambiente durante el proceso de producción.	60	2,700	1,5437	2,383
Considera que la implementación de prácticas de economía circular en la empresa permite la reducción de costos y maximiza su valor económico.	60	4,083	1,3566	1,840
Cuenta su empresa con un plan de gestión de residuos encaminado a minimizar los desechos y maximizar el reciclaje.	60	4,167	1,1072	1,226
Total media aritmética		2,99		

En la tabla 10 se observan los bajos niveles de la media en claridad conceptual ($M=2,050$) y en dominio de prácticas de EC ($M=1,967$), cuyos resultados muestran una etapa germinal del conocimiento circular en la que predominan entendimientos más reducidos y repertorios de acción difusos. En ese sentido, Husgafvel (2024) cree que la gran mayoría de las empresas poseen una visión favorable de la circularidad; sin embargo, no hay marcos de gestión y/o de reporte que trasladen esas visiones hacia procedimientos estandarizados, la consecuencia final es la existencia de una adopción fragmentada, fundamentada en acciones aisladas con respecto al medioambiente antes que en un sistema de prácticas coherentes con la EC.

Este punto de vista concuerda con la media intermedia obtenida en la afirmación “ha implementado acciones para la protección del medioambiente” ($M=2.700$); hay voluntad de moverse, pero sin el elemento clave metodológico, que permita escalar iniciativas y sostenerlas en el tiempo, queriendo usar la gestión del conocimiento. El déficit no sólo está en “saber qué es la EC” (con el uso del término), sino en “saber cómo medirla y poder reportarla”, reforzando de esta manera la imperiosa necesidad de capacidades para la gobernanza, indicadores y comunicar el desempeño circular en las empresas analizadas.

Si bien en contraposición a las medias intermedias, son notables los altos puntajes dados en “plan de gestión de residuos” ($M=4.167$) y en la parte que hace mención a “la reducción de costes y la maximización de valor” ($M=4.083$), donde cobra mucha relevancia una valoración utilitarista de los beneficios económicos y operativos. Tales hallazgos coinciden con lo expuesto por AlJaber et al. (2024) en donde la percepción positiva de los ahorros y la eficiencia se produce sin programas de formación, guías operativas o apoyo a largo plazo, utilizando lo que es definido como cumplimientos como por ejemplo la forma de manejar y resguardar los residuos, los cuales pueden parar nuevamente en un punto de vuelta a prácticas de bajo nivel de circularidad.

Figura 27. Dimensión Materia Primas



La dimensión materias primas delimita el grado en que la organización gestiona de forma responsable los insumos que ingresan al sistema productivo modulado por la selección, el uso eficaz y la práctica de un comportamiento ambientalmente sostenible que reduzca unas externalidades negativas y optimice el rendimiento material. En la práctica, esta dimensión se concreta en su aplicación en relación con tres focos de atención: primero, la incorporación de materiales e insumos amigables con el medio ambiente como criterio para su aprovisionamiento y fabricación cuya verificación da muestra de que la empresa ha incorporado atributos ecológicos desde el inicio de la cadena de valor y no sólo en fases posteriores de tratamiento de residuos, tal cual la lógica anticorrupción que tienden a tener dicho tipo de prácticas de comportamiento ambientalmente sostenible y no sólo retrospectiva.

En segundo lugar, la optimización en el uso de materiales reduce correctamente el despilfarro que surge del proceso productivo, propiciando eficiencia interna de transformación de la utilización de materiales verdes, se asegurando que los materiales adquiridos incorporen en valor con la menor pérdida posible, un rasgo consustancial a la circularidad cerrando filtros y generando desechos innecesarios. En tercer lugar, la verificación de la práctica de estándares de sostenibilidad en los procesos de producción como conjunto de procedimientos estandarizados que integran criterios ambientales en la

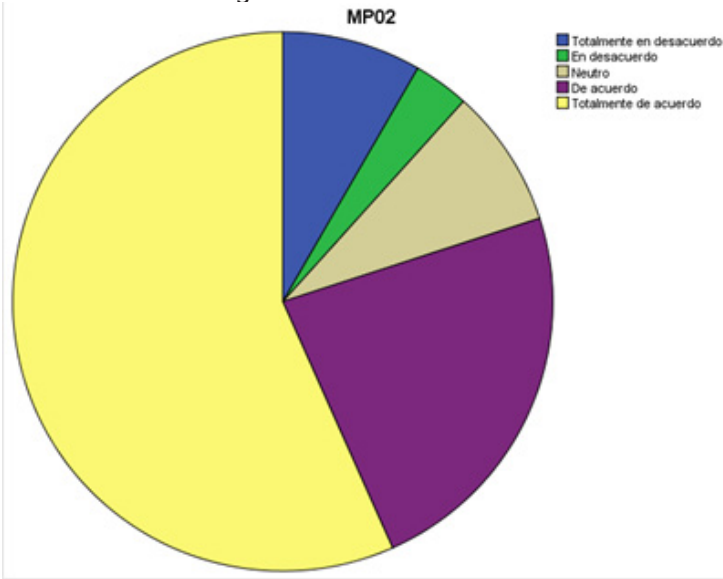
rutina operativa y garantizan la trazabilidad de las mejoras, evidencia que esta dimensión ha dejado de ser una declaración de intenciones para convertirse en una guía concreta que asegura la operatividad de la empresa.

Tabla 11.

Los procesos de manufactura de su empresa emplean materiales e insumos amigables con el medio ambiente.

MP01					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Totalmente en desacuerdo	7	11,7	11,7	11,7
	En desacuerdo	6	10,0	10,0	21,7
	Neutro	4	6,7	6,7	28,3
	De acuerdo	15	25,0	25,0	53,3
	Totalmente de acuerdo	28	46,7	46,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Figura 28. Los procesos de manufactura de su empresa emplean materiales e insumos amigables con el medio ambiente.



De la misma forma, los datos que conforman la tabla 7 son concluyentes en cuanto a que existe una percepción predominantemente positiva acerca de la utilización de materiales e insumos respetuosos del medioambiente en la producción empresarial. Un 46,7% de los encuestados dijo estar “muy de acuerdo” con la afirmación, mientras que un 25% complementario fue “de acuerdo”, lo que en términos conjuntos se traduce en un 71,7% de respuestas que son positivas y que apuntan a la sostenibilidad en los procesos productivos. Este resultado pone de manifiesto que buena parte del sector ha comenzado a integrar criterios ambientales en la utilización de sus insumos, como consecuencia o respuesta al mercado, a la normativa ambiental o a los procesos internos de mejora continua que han comenzado a llevar a cabo.

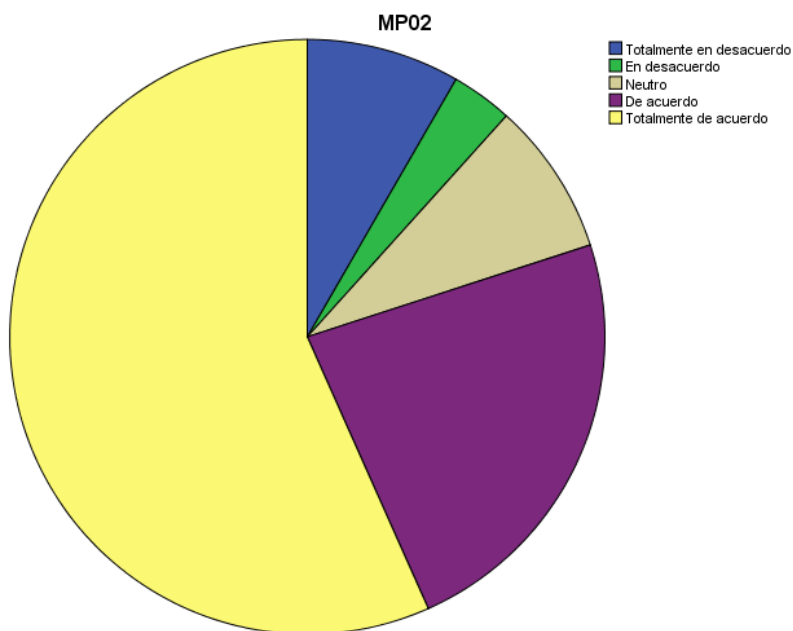
Por otro lado, la afirmación negativa fue la menos habitual, dado que solo un 11,7% de las respuestas se ubicó en la categoría “totalmente en desacuerdo” y un 10% en “en desacuerdo”, lo que representa un 21,7% de empresarios que no han comenzado a poner en marcha prácticas en esta línea, mientras que el 6,7% restante de la encuesta se ubicó en la respuesta “neutral”, lo que podría hacer alusión a la falta de caracterización de los materiales utilizados o a una consideración ambivalente respecto a su impacto medioambiental.

Tabla 12.

Se optimiza el uso de materiales para minimizar los desperdicios en el proceso de producción.

MP02					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Totalmente en desacuerdo	5	8,3	8,3	8,3
	En desacuerdo	2	3,3	3,3	11,7
	Neutro	5	8,3	8,3	20,0
	De acuerdo	14	23,3	23,3	43,3
	Totalmente de acuerdo	34	56,7	56,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Figura 29. Se optimiza el uso de materiales para minimizar los desperdicios en el proceso de producción.



En relación con los resultados expuestos en la tabla 8, la percepción de la optimización de uso de los materiales como estrategia de reducción de desperdicios generados a lo largo de la producción es muy positiva. De esa forma, un 56,7% de los empresarios afirmaron estar “totalmente de acuerdo” en la optimización del uso de los materiales, mientras que el 23,3% indicó estar “de acuerdo”; estos resultados suman un 80% de respuestas afirmativas sobre esta práctica. Lo que se interpreta como que una gran mayoría de ellos reconoce e implementar mecanismos orientados a la eficiencia en la optimización del uso de los recursos, lo que puede considerarse una de las prácticas que dan sentido al modelo de economía circular ya que contribuye a la generación de residuos cosechas de la producción.

En la otra cara de la moneda, se encuentran las respuestas negativas donde encontramos en un bajo porcentaje (8,3%) a aquellos que afirmaron estar “totalmente en desacuerdo” y a los que se mostraron “en desacuerdo” en un 3,3%, lo que da como resultado tan sólo un 11,6% de las respuestas en contra.

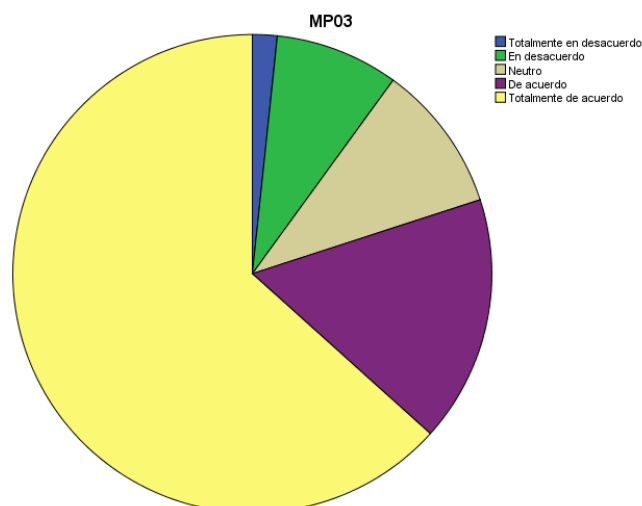
En cuanto al 8,3% restantes se mostró en una posición “neutra”, quizás por falta de información o por no tener conocimiento suficiente sobre cómo se organizaban operativamente los procesos productivos de su empresa. En esa medida, los resultados reflejan un cambio importante en la calidad de los mecanismos de producción, que en cierto modo indica que la producción cada vez más responde a las prácticas de producción convencional, pero a su vez, también indica que se están racionalizando costes a la par que se están mejorando los mecanismos de control de los desperdicios en el modelo productivo empresarial.

Tabla 13.

La organización implementa prácticas sostenibles en los procesos de producción de los bienes que comercializa.

MP03					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Totalmente en desacuerdo	1	1,7	1,7	1,7
	En desacuerdo	5	8,3	8,3	10,0
	Neutro	6	10,0	10,0	20,0
	De acuerdo	10	16,7	16,7	36,7
	Totalmente de acuerdo	38	63,3	63,3	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Figura 30. La organización implementa prácticas sostenibles en los procesos de producción de los bienes que comercializa.



Según los resultados expuestos en la tabla 9, se aprecia una tendencia positiva en la opinión que pueden tener los mismos empresarios respecto a la práctica de utilizar prácticas de sostenibilidad en los procesos para producir los bienes que venden, puesto que un 63,3 % de los encuestados confirmó que estaba “muy de acuerdo” con esta afirmación y un 16,7 % estaba “de acuerdo”, lo que se entiende como 80 % de respuestas que confirmaban la realización de acciones concretas en materia de sostenibilidad en el proceso productivo. En este sentido, se estructura un compromiso el progreso en el sector empresarial hacia la adopción de modelos de producción donde prima reducir la carga ambiental pero manteniendo la calidad o la competitividad del producto final.

Las respuestas neutras fueron del 10 %, lo que puede interpretarse por poca información que podría ser porque las prácticas de sostenibilidad existen aunque no están sistematizadas. Las respuestas de carácter negativo fueron del 8,3 % en la categoría “en desacuerdo” y del 1,7 % en “totalmente en desacuerdo”, lo que pone de relieve que son pocos los empresarios que desconfían o niegan la práctica de este tipo de medidas. Por tanto, los resultados muestran un avance en la progresiva utilización de criterios de sostenibilidad en la práctica de la

producción que es un pilar fundamental para la elaboración de estrategias de economía circular en el marco del tipo de empresa que hemos analizado.

Tabla 14.

Estadísticos descriptivos Dimensión Materias Primas

	N	Media	Desv. típ.	Varianza
Los procesos de manufactura de su empresa emplean materiales e insumos amigables con el medio ambiente.	60	3,850	1,4121	1,994
Se optimiza el uso de materiales para minimizar los desperdicios en el proceso de producción.	60	4,167	1,2374	1,531
La organización implementa prácticas sostenibles en los procesos de producción de los bienes que comercializa.	60	4,317	1,0655	1,135
Total media aritmética		4,11		

Según los datos de la tabla 10, que hace referencia a los estadísticos descriptivos de la dimensión Materias Primas, se evidencia la percepción positiva por parte de los empresarios con respecto al uso responsable y sostenible de insumos y procesos productivos. La media más alta corresponde al ítem “La organización lleva a cabo las prácticas sostenibles en los procesos de producción de los bienes que se comercializan” ($M=4,317$), lo que implica una concordancia entre los encuestados en cuanto a la incorporación de criterios de sostenibilidad en la práctica de la fabricación de productos, dicha incorporación se ha convertido en una práctica bien enraizada al interior de las organizaciones encuestadas. Esta percepción se apoya en el escaso valor de la varianza (1,135) que se traduce en homogeneidad en las respuestas, así como la elevada consistencia de la misma.

Por otro lado, el ítem “Se optimiza el uso de materiales a efectos de minimizar los desperdicios en el proceso de producción” presenta una media alta de 4,167, lo que indica fuerte impronta en la eficiencia de recursos, uno de

los pilares de la economía circular. Sin embargo, su varianza es algo superior (1,531), pero aún se presenta una desviación típica moderada que la apoya, a su vez, a percibirlo en cuanto a la uniformidad del comportamiento observado.

En contraste, la media más baja en dicha dimensión es la correspondiente al ítem “Los procesos de manufactura de su organización utilizan materiales e insumos sostenibles con el medio ambiente” ($M=3,850$); si bien se trata de una media elevada, se identifica por tanto un leve descenso en comparación con los demás ítems. Esta disminución se vincula a aspectos como son el coste, la disponibilidad o el nivel de conocimiento sobre insumos sostenibles, que podrían estar incidiendo en una aplicación menos uniforme de la sostenibilidad en la manufactura. En ese sentido, resulta pertinente relacionarlo con los hallazgos de Sarmiento et al. (2022), quienes afirman que además de generar beneficios ambientales, la EC se convierte en un elemento determinante de la competitividad empresarial, impactando en la rentabilidad y la transformación de la cultura organizacional. Sin embargo, “se necesita que todos los involucrados colaboren para reducir desechos y aumentar las acciones de reciclaje, así como ya se está haciendo en otras partes del mundo” (p. 17).

Desde la perspectiva de la ingeniería del producto, Favi y Marconi (2025) afirman que el desempeño circular de las materias primas pasa por implementar el ecodiseño desde fases de inicio selección de materiales, diseño para la recuperación y estrategias de recuperación y de cerrar la brecha de capacidades técnicas por medio de métodos y formación específica; en entornos donde la media en uso de insumos sostenibles es inferior a otros ítems, ello quiere decir que el cuello de botella no es solo de intención sino de conocimiento aplicado para escoger y administrar materiales con criterios de reparación y recirculación a lo largo del ciclo de vida.

Por otro lado, Kafel y Nowicky (2023) muestran que la normalización del aprovisionamiento y del uso de las materias sostenibles mediante sistemas de gestión y políticas de aprovisionamiento permite romper limitaciones típicas en pymes limitación de la utilización de materias vírgenes y el cierre de bucle de las materias, aquello se enlaza directamente con la homogeneidad que se

puede observar en las prácticas sostenibles y la necesidad de trasladar esa homogeneidad de procedimiento al aprovisionamiento y a la selección técnica de insumos.

3 Dimensión: Producción

Figura 31. Producción y reelaboración.



La producción es el conjunto de prácticas, rutinas y controles, que transformar insumos en bienes con criterios de circularidad, que se centran en priorizar la eficiencia material y energética, la reducción residuos en proceso, la estandarización de procedimientos “limpios” y la trazabilidad de los flujos internos. Para Kazakova y Lee (2022), el tránsito de la manufactura hacia la economía circular implica colocar a la producción como uno de los pilares de la manufactura sostenible junto con materiales, diseño y gestión, de forma que las decisiones de planta van de la mano con estrategias de circularidad que sean visibles y reproducibles y no simplemente con actuaciones aisladas de cumplimiento ambiental.

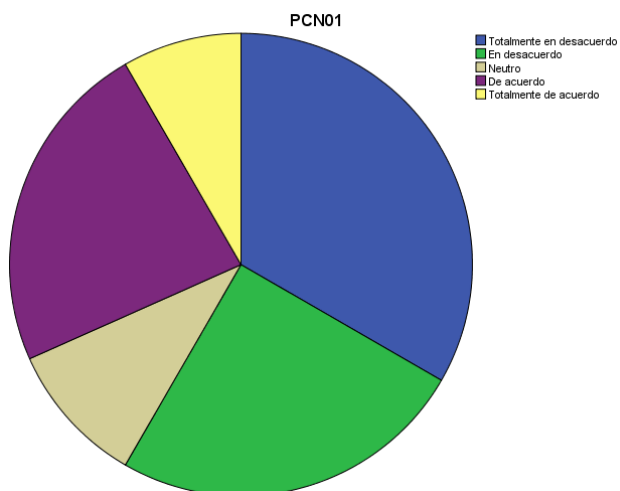
Desde esta perspectiva, la producción no es únicamente “hacer más con menos” sino que consiste en llevar la circularidad al núcleo de la operación mediante estándares, indicadores y mejora continua que institucionalicen el rediseño de los procesos, la utilización eficiente de los recursos y la reincorporación de flujos internos, permitiendo la comparabilidad entre áreas y empresas y permitiendo evidenciar el desempeño circular alcanzado en la entraña del sistema productivo

Tabla 15.

La organización conoce y aplica las políticas de economía circular en los procesos de producción.

PCN01					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Totalmente en desacuerdo	20	33,3	33,3	33,3
	En desacuerdo	15	25,0	25,0	58,3
	Neutro	6	10,0	10,0	68,3
	De acuerdo	14	23,3	23,3	91,7
	Totalmente de acuerdo	5	8,3	8,3	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Figura 32. La organización conoce y aplica las políticas de economía circular en los procesos de producción.



De acuerdo con lo que se aprecia en la tabla 11 se resume en una baja educación universitaria en medidas de economía circular dentro de la ejecución de los procesos de producción empresarial. El 33,3% de los empresarios contestó que estaba “totalmente en desacuerdo” con la respuesta, así como el 25% más se posicionó “en desacuerdo”, es decir que se obtiene un total de un 58,3% de respuestas “negativas” y que refleja un escaso grado de familiarización existente entre la normativa circular disponible y los procedimientos específicos de incorporación; permitiendo verificar que si bien alguna parte de las entidades sí han practicado acciones “sostenibles” o “eficientes” de modo aislado, pero no son necesariamente expresadas según el contexto normativo o estratégico del modelo circular.

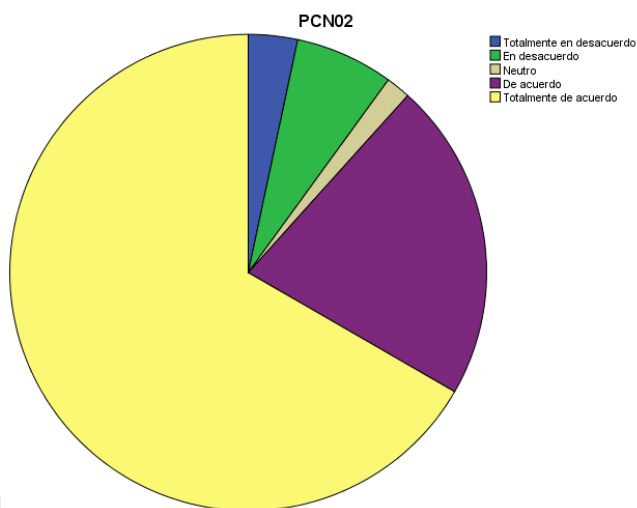
Por su parte, el 10% se posicionó con una respuesta “neutral”. Lo que puede estar asociado a un nivel de reducción en el grado de adherencia o respecto de la aplicación en las políticas de economía circular. Solamente el 23,3% de los encuestados se decantó en pro de la respuesta “de acuerdo” y apenas un 8,3% de éstos elegir la respuesta “totalmente de acuerdo” con respecto al conocimiento y la aplicación de las políticas de economía circular; hecho que termina por reflejar niveles escasos de adecuación de los marcos regulatorios o lineamientos institucionales que van en pro de la economía circular.

Se trata además de una indicación precisa de la necesidad de incrementar la capacitación de las empresas en el terreno de la política pública o regulaciones ambientales, o bien la necesidad de incrementarlas en cuanto a los lineamientos técnicos que tiendan a la consolidación de los modelos productivos circulares con el marco normativo vigente.

Tabla 16.
Se implementan medidas enfocadas a la reducción del consumo de agua en el proceso de producción

PCN02					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Totalmente en desacuerdo	2	3,3	3,3	3,3
	En desacuerdo	4	6,7	6,7	10,0
	Neutro	1	1,7	1,7	11,7
	De acuerdo	13	21,7	21,7	33,3
	Totalmente de acuerdo	40	66,7	66,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Figura 33. Se implementan medidas enfocadas a la reducción del consumo de agua en el proceso de producción



Por el contrario, en la tabla 12 se puede observar una opinión muy positiva sobre la posibilidad de implantar medidas que reduzcan el consumo de agua en los procesos de producción. Un 66,7% de los empresarios encuestados se mostró “completamente de acuerdo” con la implementación de tales medidas en sus empresas, mientras que un 21,7% se mostró “de acuerdo”, lo que nos da un total del 88,4% de respuestas a favor. Lo cual pone de manifiesto una clara conciencia empresarial sobre el uso eficiente de un recurso fundamental como el agua, que de hecho está alineado con prácticas sostenibles y en economía circular.

Así mismo, las opiniones en sentido negativo son contenidas: sólo un 3,3% se sitúa en condiciones de “totalmente en desacuerdo”, un 6,7% se muestra “en desacuerdo” y un 1,7% opta por una respuesta “neutra”. De este modo, los datos ponen de manifiesto que en la dimensión normativa en lo que respecta a acciones como la gestión del recurso hídrico- se pone de manifiesto una mayor apropiación y generalización de prácticas en sostenibilidad que en relación a otras dimensiones normativas comentadas anteriormente.

Tabla 17.

Estadísticos descriptivos Dimensión Producción

	N	Media	Desv. típ.	Varianza
La organización conoce y aplica las políticas de economía circular en los procesos de producción.	60	2,483	1,3838	1,915
Se implementan medidas enfocadas a la reducción del consumo de agua en el proceso de producción.	60	4,417	1,0462	1,095
Total media aritmética		3.45		

Desde esta perspectiva, los datos expuestos en la tabla 13, que corresponden a la descripción estadística de la dimensión Producción, describen una diferencia muy importante entre las dos dimensiones que supera a todo el resto que se ha evaluado: el conocimiento y aplicación de políticas de economía circular y la aplicación de medidas para reducir el consumo de agua en el ciclo productivo. El ítem con el valor medio más alto corresponde a ese segundo ítem ($M=4,417$), lo que da lugar a una percepción de consenso elevado entre los empresarios en relación a la existencia de prácticas explícitas en torno a la eficiencia hídrica, algo que es corroborado por una baja desviación típica ($1,0462$) y una varianza reducida ($1,095$), lo que sugiere una visión bastante convergente, consolidada de esa acción en las organizaciones.

El ítem referente al conocimiento y aplicación de políticas de economía circular contempla una media muy importante más baja ($M=2,483$), lo que da lugar a poner en evidencia un déficit en la apropiación normativa del modelo circular pero a la existencia de alguna acción aislada. Este contraste parece indicar que las organizaciones han ido avanzando en la implementación de prácticas concretas como la reducción del consumo de agua, probablemente como consecuencia de criterios de resultado de tipo económico, normativo o de tipo medioambiental directo.

Sin embargo, la debilidad estructural en la posibilidad de alinearse a marcos normativos o estrategias en relación a la economía circular queda todavía muy patente. En este sentido, la dimensión producción arroja prácticas consideradas relevantes, pero éticamente limitadas, a lo que hay que sumar la carencia de incorporación a políticas institucionales más consolidadas y formales del aparato productivo. De acuerdo con Cruz et al. (2024), aunque no es un trabajo sencillo, las organizaciones que perciben los cambios que involucra la transición hacia la EC y deciden modificar sus procesos, tienen la oportunidad de beneficiarse de los incentivos legales y económicos gubernamentales, así como en la reinversión de la organización para mejorar su flexibilidad, adaptación y resiliencia.

Por su parte, Vacchi et al. (2021) indican que la industrialización digital permitiría la obtención de ganancias operacionales inmediatas incluidas la obtención de información muy detallada sobre los consumos de agua o energía, la detección de pérdidas y el control estadístico de procesos con la actual gobernabilidad circular incompleta, de ahí que las plantas sean capaces de reportar medias altas en eficiencia específica, aunque las prácticas de EC no sean completamente integrales.

Mientras tanto, Centomano y Rodrigues (2024) manifiestan la necesaria complejidad del diseño que requiere la circularidad en producción, de un modo que permita que el cierre de ciclos productivos integre la planificación y el mantenimiento, más allá de ser prácticas puntuales para el uso eficiente de recursos; y que la circularidad represente un giro hacia estrategias de prolongación de la vida útil o remanufactura, constituyendo así la economía circular como un criterio de la ingeniería de producción, con la consiguiente alteración en el uso de insumos vírgenes y el desempeño circular a lo largo del tiempo.

Figura 34. Dimensión consumo, reutilización y reparación



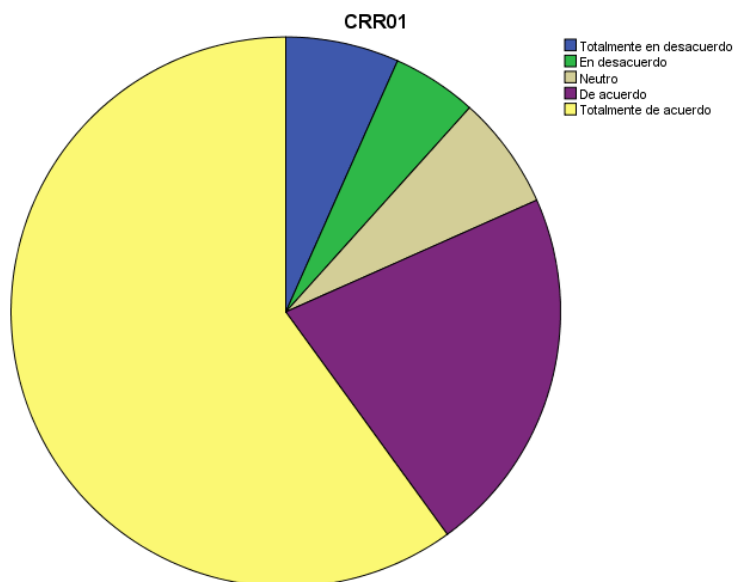
Esta dimensión abarca el conjunto de prácticas orientadas a prolongar la vida útil de los productos una vez que han comenzado a utilizarse, que reducen la tasa de descarte y permiten el retorno de materiales y componentes a ciclos productivos o biológicos. En el proceso de circularidad se puede observar cómo los usuarios internos y externos utilizan, mantienen y reparan productos, cómo separan y clasifican los propios residuos para su retorno a cadenas de valor, y cómo incorporan rutinas de ahorro y reúso de recursos que mitigan la presión material del sistema. Desde la óptica conductual, el sostenimiento de estas prácticas deviene tanto de la valorización funcional como simbólica que los agentes otorgan a los bienes que están en uso: cuando el valor percibido del desempeño y el “valor verde” son elevados, también lo es la probabilidad de reparar, reutilizar y hacer uso nuevamente (Arias et al., 2024).

Tabla 18.

La empresa desarrolla procesos que permiten el retorno de materiales al ciclo biológico como parte de su estrategia de economía circular.

CRR01					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Totalmente en desacuerdo	4	6,7	6,7	6,7
	En desacuerdo	3	5,0	5,0	11,7
	Neutro	4	6,7	6,7	18,3
	De acuerdo	13	21,7	21,7	40,0
	Totalmente de acuerdo	36	60,0	60,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Figura 35. La empresa desarrolla procesos que permiten el retorno de materiales al ciclo biológico como parte de su estrategia de economía circular.



De acuerdo con la información de la tabla 14, hay una percepción netamente favorable a la aplicación de procesos que permitan cerrar el ciclo biológico de los materiales, aplicando la estrategia de la economía circular en las empresas encuestadas, así un 60% de los empresarios señala estar “muy en desacuerdo” con esta afirmación, un 21,7% “en desacuerdo” y un total del 81,7% de respuestas de “sí”. El mejor resultado permite matizar la afirmación anterior, en el que, en cierta medida, una parte importante del sector empresarial parece estar haciendo prácticas de cierre de ciclos naturales, lo que, además, significa no encerrar los residuos biodegradables, sino diseñados productos y procesos que se ajusten a su biodegradabilidad y retorno al medio.

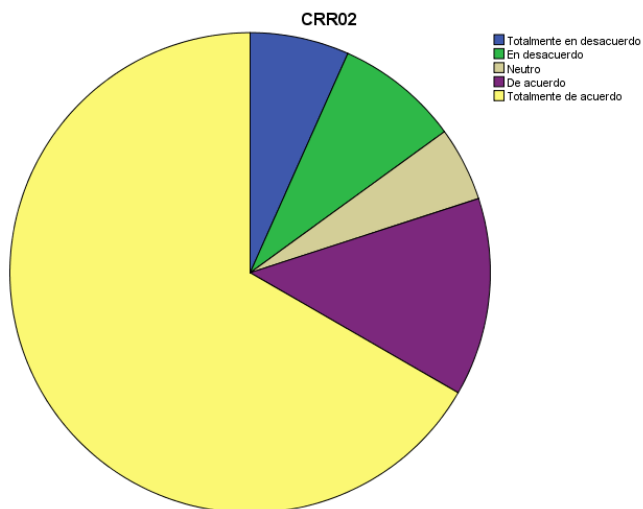
Por otro lado, las respuestas negativas, siendo sólo un 6,7% “muy en desacuerdo” y un 5% en “desacuerdo” y el 6,7% de las respuestas han optado por permanecer en la opción “neutra” o indeseable, así como el mínimo porcentaje de respuestas negativas consolida una línea de tendencia general hacia la aplicación de una estrategia de retorno biológico. En este sentido, los datos dejan inferir que, en concordancia con los demás elementos analizados, el retorno al ciclo biológico es una de las dimensiones de la economía circular que parece haber llegado a más de un buen grado de aplicabilidad, seguramente por ser una práctica que encuentra sinergias con los sistemas de gestión ambiental, agroindustriales o de aprovechamiento de los residuos orgánicos que aparecen más claras y viables para las propias empresas.

Tabla 19.

Se separan y clasifican los diferentes tipos de residuos para su posterior reciclaje o eliminación adecuada.

CRR02					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Totalmente en desacuerdo	4	6,7	6,7	6,7
	En desacuerdo	5	8,3	8,3	15,0
	Neutro	3	5,0	5,0	20,0
	De acuerdo	8	13,3	13,3	33,3
	Totalmente de acuerdo	40	66,7	66,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Figura 36. Se separan y clasifican los diferentes tipos de residuos para su posterior reciclaje o eliminación adecuada.



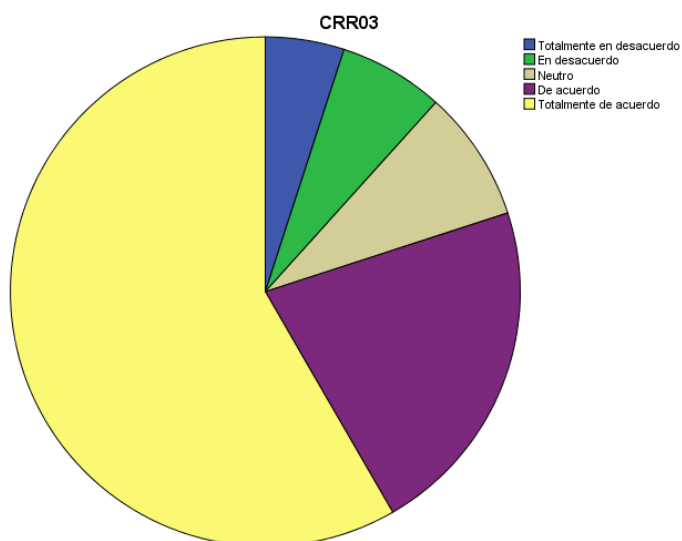
De forma similar, en la tabla 15 se aprecian percepciones ampliamente favorables con respecto a la práctica de separación y clasificación de residuos en las empresas encuestadas, como parte del compromiso hacia la economía circular. Un contundente 66,7% de los empresarios se mostró “totalmente de acuerdo” en la puesta en práctica de este tipo de actuaciones, mientras que un 13,3% adicional indicó estar “de acuerdo”, sumando así un total del 80% de respuestas de conformidad. Esa información pone de manifiesto la alta adopción de medidas de gestión diferenciada de residuos, que son condiciones necesarias para llegar a cumplir con la parte de los reciclajes, así como la de la disposición final de los materiales, y también constituyen uno de los pilares operativos más evidentes del modelo circular.

Por el contrario, el 8,3% de los encuestados se halló dentro de la categoría “en desacuerdo” y un 6,7% se mostró “totalmente en desacuerdo”, lo que representa un porcentaje escaso de empresas que no han adoptado todavía esta práctica. El 5% restante adoptó la opción “neutro”, lo que puede dar lugar a que aún existe falta de información en los procedimientos de su gestión de residuos internos o a que las empresas han iniciado parcialmente su implementación. Asimismo, esta información viene a convalidar que, en cuanto al componente de retorno y gestión de residuos, las empresas han ido haciendo progresos, probablemente debido a la presión regulatoria, cultura organizativa, o bien a estrategias de responsabilidad medioambiental ya consolidadas.

Tabla 20. Se promueve el uso de energía renovable o alternativa para el funcionamiento.

CRR03					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Totalmente en desacuerdo	3	5,0	5,0	5,0
	En desacuerdo	4	6,7	6,7	11,7
	Neutro	5	8,3	8,3	20,0
	De acuerdo	13	21,7	21,7	41,7
	Totalmente de acuerdo	35	58,3	58,3	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Figura 37. Se promueve el uso de energía renovable o alternativa para el funcionamiento.



De acuerdo con la información de la tabla 16, la percepción de la promoción del uso de energías alternativas o renovables por parte de las empresas participantes en este trabajo se considera principalmente positiva; un 58,3% de los encuestados señala que 'está totalmente de acuerdo' y un 21,7% adicional que 'está de acuerdo', lo que se traduce en un 80% de respuestas afirmativas. Estos hallazgos sugieren que una buena parte del tejido empresarial comienza a hacerse eco de las ventajas de una transición hacia fuentes energéticas alternadas, del que se manifiestan en los fundamentos de la economía circular y para satisfacer los requerimientos ambientales actuales.

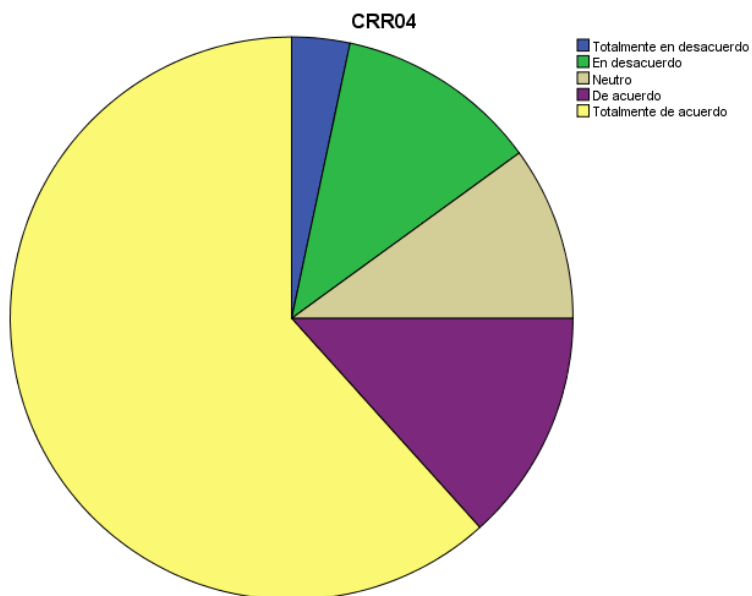
Por el contrario, las respuestas desfavorables son poco representativas, de forma que sólo un 5% ha manifestado 'estar totalmente en desacuerdo' y un 6,7% 'estar en desacuerdo' lo que en su conjunto suma un 11,7% de empresarios que no hacen uso o no promueven este tipo de prácticas en su organización. El 8,3% restante ha optado por una postura 'neutra', posiblemente debido a las limitaciones técnicas y económicas o a los conocimientos relativos a las posibilidades de gestión de energías limpias. De esa forma, los resultados muestran una tendencia creciente en el ámbito empresarial hacia la transición energética, pero por el contrario, también muestran la necesidad de un acompañamiento a los sectores que no han superado todavía las barreras de entrada de este tipo de innovación.

Tabla 21.

Se implementan prácticas de ahorro de agua, mediante la reutilización o el uso de sistemas de riego eficiente.

CRR04					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Totalmente en desacuerdo	2	3,3	3,3	3,3
	En desacuerdo	7	11,7	11,7	15,0
	Neutro	6	10,0	10,0	25,0
	De acuerdo	8	13,3	13,3	38,3
	Totalmente de acuerdo	37	61,7	61,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Figura 38. Se implementan prácticas de ahorro de agua, mediante la reutilización o el uso de sistemas de riego eficiente.



Los datos expuestos en la tabla 17 corroboran que las prácticas de ahorro de agua, en específico las relacionadas con la reutilización de los recursos o la optimización en sus usos, es relativamente buena. En 61,7% de los empresarios encuestados contestó estar “totalmente de acuerdo” con que existen este tipo de prácticas en sus organizaciones y un 13,3% estuvo “de acuerdo”, lo que representa un 75% de respuestas positivas. Esa cifra sugiere la existencia de una alta sensibilización y de acción de gestión del agua, en conexión con los principios de la economía circular, sobre todo en relación con el uso de los recursos naturales de forma responsable y prolongada.

Por otro lado, el 10% de los encuestados adoptó una postura “neutra”, lo que puede entenderse como falta de claridad en la aplicación o sistematicidad de este tipo de prácticas. Este conjunto de respuestas negativas, aunque más escaso que los anteriores, representa el 11,7% en el ítem “en desacuerdo” y un 3,3% en el ítem “en desacuerdo total” y muestra que las organizaciones analizadas continúan sin contar con estrategias técnicas o tecnológicas de ahorro de agua. En última instancia, los datos indican que la reutilización de agua y la gestión eficiente de la misma son cada vez más frecuentes en el sector de la economía analizada, aunque todavía queda margen de mejora en cuanto a su extensión y profundización.

Tabla 22.

Estadísticos descriptivos Dimensión Consumo, Reutilización y Reparación

	N	Media	Desv. típ.	Varianza
La empresa desarrolla procesos que permiten el retorno de materiales al ciclo biológico como parte de su estrategia de economía circular.	60	4,233	1,1984	1,436
Se separan y clasifican los diferentes tipos de residuos para su posterior reciclaje o eliminación adecuada.	60	4,250	1,2706	1,614

Se promueve el uso de energía renovable o alternativa para el funcionamiento.	60	4,217	1,1658	1,359
Se implementan prácticas de ahorro de agua, mediante la reutilización o el uso de sistemas de riego eficiente.	60	4,183	1,2142	1,474
Total media aritmética		4.22		

A partir de los datos recopilados en la tabla 18, que presenta los resultados estadísticos descriptivos correspondientes a las dimensiones Consumo, Reutilización y Reparación, se puede concluir que las y los empresarios encuestados tienen una percepción muy favorable sobre la adopción de prácticas asociadas con la economía circular vinculadas a dicha dimensión. Las medias son todas superiores al 4, lo que muestra la existencia de una tendencia generalizada por parte de las empresas hacia la adopción de acciones sostenibles para la gestión de recursos, residuos y energía.

Por otra parte, la mayor media corresponde a la variable “se separan y clasifican los distintos tipos de residuos...” (M=4,250), que afianza la existencia de una práctica consolidada de gestión de residuos diferenciada como pilar de la estrategia ambiental que tienen las empresas. A continuación, también se encuentran las variables “la empresa desarrolla procesos que aseguran el retorno de los materiales al ciclo biológico...” (M=4,233) y “se promueve el uso de energías renovables o alternativas...” (M=4,217), y estas también reflejan un grado de compromiso alto hacia la reintegración de materiales al medioambiente y hacia la transición energética.

En contraste, el ítem que alcanza la media más baja de esta dimensión; aun así con un valor elevado es “se implementan prácticas de ahorro de agua...” (M=4,183), lo que puede hacer dudar sobre una mayor variabilidad en la aplicación de tales acciones, tal vez vinculada con el tipo de actividad económica o bien con ciertas limitaciones técnicas derivadas de la actividad. Desde la perspectiva de la dispersión, las varianzas de los datos se ubicaron entre 1,359 y 1,614, lo que

indica la existencia de una relativa homogeneidad de respuestas, reafirmando la consistencia del comportamiento de las empresas en esta dimensión.

En consonancia con ello, Mezones et al. (2022) afirman para generar impactos significativos en los procesos productivos en lo referente a la EC, es necesario determinar o considerar aspectos como “el origen de los materiales, el círculo económico, la distribución y venta, el re-uso de los productos y otros elementos fundamentales” que pueden tener implicaciones en la transición hacia la economía circular; de forma que se fomente el reconocimiento y aplicación de los lineamientos del modelo, aunque se requiere de difusión y acompañamiento programado (pp. 7-8).

De acuerdo con Moeini et al. (2023), la estabilización de prácticas como la separación en la fuente y la clasificación de residuos es menos dependiente de exhortaciones incapaces de movilizar acciones efectivas y más dependiente de “paquetes” de intervención que conjugan distintas configuraciones de educación aún situada, retroalimentación frecuente y facilidades físicas visibles con los efectos a largo plazo de las características de los productos reciclables, de cara a la comprensión de cómo la todavía muy alta media y varianzas extremas puedan estabilizarse cuando las empresas han contratado por la institucionalización de tales dispositivos conductuales y logísticos en el punto de uso.

Por su parte, Aksezer (2023) muestra que la extensión de la vida útil mediante políticas de “repair-first” sustentadas en garantías ampliadas, disponibilidad de repuestos y acuerdos de servicio pone de manifiesto la predisposición favorable al reuso en decisiones económicamente racionales adoptadas por los usuarios al permitir una reducción de costos generales de ciclo de vida y evitar el reemplazo prematuro; en contextos donde el potencial de ahorro de agua o el grado de implementación de otras tareas posconsumo presenta dispersión relativa, formalizar estos habilitadores contractuales y de soporte técnico torna la preferencia declarada de circularidad en rutinas verificables de reparación y segunda vida de productos.

Figura 39. Dimensión distribución

En opinión de Ding y Zhu (2023), el rendimiento circular de la distribución dependerá, fundamentalmente, de las decisiones de diseño para el reciclado que se apliquen en el acondicionamiento y en el empaque, dado que estos son los elementos que acompañan y al tiempo delimitan la recuperabilidad de los productos al final de su ciclo de vida; por consiguiente, el hecho de que se apueste por configuraciones mono materiales, por reducir los aditamentos incompatibles o por estandarizar los formatos, genera mejoras en el valor del reciclaje y extiende el ciclo de vida del material en mercados posconsumo.

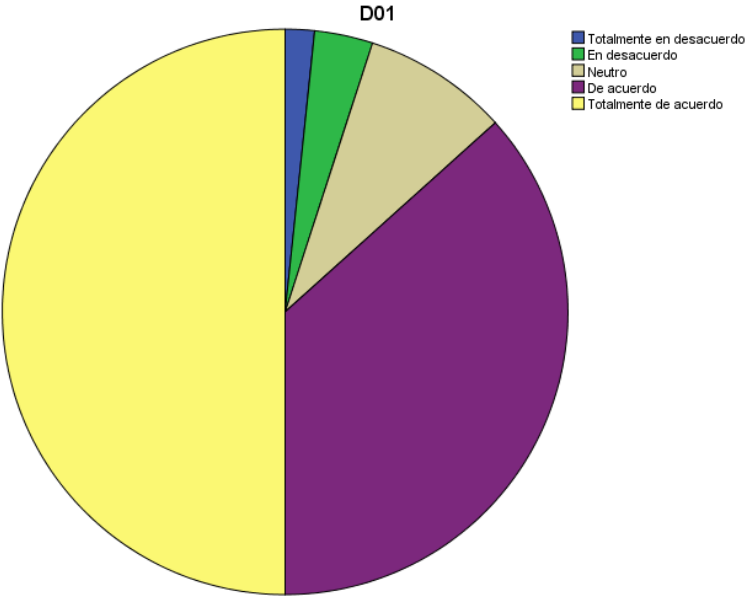
En esa medida, la dimensión distribución considera si la organización añade materiales reciclables o con contenido reciclado, si incluye rotulados que faciliten la separación en el destino, si disminuye el peso y el volumen de los productos para optimizar el transporte y, si activa esquemas de retorno o de reutilización del empaque. Todo lo anterior son aspectos que, como señala Ding y Zhu (2023), hacen del empaque un vector medible de circularidad al mejorar tasas de recuperación, las calidades de los reciclables y la eficiencia logística.

Tabla 23.

Se utilizan embalajes y materiales de empaque reciclados o reutilizables

D01					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Totalmente en desacuerdo	1	1,7	1,7	1,7
	En desacuerdo	2	3,3	3,3	5,0
	Neutro	5	8,3	8,3	13,3
	De acuerdo	22	36,7	36,7	50,0
	Totalmente de acuerdo	30	50,0	50,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Figura 40. Se utilizan embalajes y materiales de empaque reciclados o reutilizables



De acuerdo con la información presentada en la tabla 19, se observa la existencia de una percepción positiva de los empresarios con respecto al uso de embalajes y materiales de empaque reciclado o reutilizable en sus empresas. En ese sentido, un 50% de los encuestados se mostró “muy de acuerdo” y un 36,7% dijo estar “de acuerdo”; lo que sugiere que en los criterios del diseño y la utilización de empaques circulares han ganado un espacio importante en las operativas de las empresas, convirtiéndose en una de las medidas más visibles y fácilmente identificables de las acciones de sostenibilidad.

Por el contrario, las respuestas “neutras” solo se llegaron al 8,3% lo que podría interpretarse debida a la falta de información sobre el hecho de si se usa material de embalaje no reciclable o porque se participaba de un modo indirecto en esta fase del proceso de producción. Las respuestas del tipo “en desacuerdo” fueron mínimas: un 3,3% no estaba de acuerdo” y un 1,7% no estaba “muy en desacuerdo”, lo que da cuenta de una muy baja resistencia o falta de habilidad con esas prácticas. En esa medida se evidencian signos de apropiación importante del uso de empaques sostenibles como parte de las estrategias circulares que probablemente fueron motivadas por causas tales como la disminución de costes, la imagen de la empresa y el cumplimiento de las regulaciones.

Tabla 24

Estadísticos descriptivos Dimensión Distribución

	N	Media	Desv. típ.	Varianza
Se utilizan embalajes y materiales de empaque reciclados o reutilizables	60	4,300	,8887	,790
Total media aritmética		4,3		

Según los datos contenidos en la tabla 20, correspondientes a los estadísticos descriptivos de la dimensión Distribución, se establece que los empresarios registrados en la encuesta han alcanzado un nivel alto de aceptación y apropiación respecto al uso de embalajes y materiales de empaque reciclados o reutilizables. La media alcanzada ($M=4,300$) es una de las más elevadas de

todas las dimensiones testadas y, por tanto, ofrece una imagen generalizada de la consideración positiva de esta práctica circular, a la que se acoge con afecto como parte vital del diseño sostenible en la cadena de distribución de bienes.

Por ende, este promedio se consolida con una baja desviación típica (,8887) y una baja varianza (,790), lo que sugiere una notable homogeneidad de las respuestas en relación con esta dimensión y un interesante grado de consenso de los participantes. La homogeneidad de los datos sugiere una práctica ampliamente apropiada por los sujetos en relación con el uso de embalajes y materiales de empaque reciclados o reutilizables puestos a su disposición. La práctica ha sido adoptada, y en el caso de los empresarios participantes, puede incluso estar estandarizada en gran medida en los procesos logísticos de sus empresas.

Tabla 25

Comparativo estadísticos descriptivos dimensiones de la EC

	N	Media	Desv. típ.	Varianza
Percepción	60	2,9933	1,15859	1,342
Materia Prima	60	4,1111	1,20680	1,456
Producción	60	3,4500	,44816	,201
Consumo, Reutilización y Reparación	60	4,2208	,82991	,689
Distribución	60	4,3000	,88872	,790

A partir de la información sintetizada en la tabla 21, que integra el comparativo de los estadísticos descriptivos de las dimensiones objeto de estudio dentro del marco de economía circular, se muestran diferencias muy significativas de las dimensiones correspondientes a los niveles de apropiación y aplicación de determinados elementos de la empresa analizada. La dimensión que alcanza la media más alta corresponde a Distribución (M=4,300), reflejando una notable adopción de prácticas sostenibles, en especial en lo relacionado con los materiales de embalajes reciclados o reutilizables.

Además, la dimensión que muestra la media más alta también es la que presenta una desviación típica relativamente baja ($,88872$); motivo por el que, se puede inferir un considerable consenso sobre las prácticas llevadas a cabo en esta fase de la cadena de valor. A continuación, la dimensión de Consumo, Reutilización y Reparación ($M=4,2208$), que también refleja un elevado nivel de apropiación por parte de las empresas, puesto que promueven el uso de energía renovable, el retorno de materiales al ciclo biológico, la reutilización del agua y la separación de residuos. Este bloque de acciones pone de manifiesto un alto índice de sostenibilidad operativa, sobre todo en lo que respecta al uso eficiente de recursos.

Por su parte, la dimensión Materia Prima ($M=4,1111$), muestra un alto grado de avance en la incorporación de insumos respetuosos con el medio ambiente y el optimizado uso de los materiales. Sin embargo, la mayor desviación típica ($1,20680$) indica una mayor heterogeneidad del número de estas prácticas a través de las diferentes empresas. En esa medida, la adopción de las prácticas circulares desde la perspectiva de Meléndez et al. (2021) repercute directamente en oportunidades asociadas al “ahorro de costos, creación de empleo y crecimiento de los ingresos de las poblaciones activas laboralmente”, es decir, un impacto significativo en el desarrollo social. Además, se relaciona directamente con la transición tecnológica y la gestión adecuada de los recursos, como aporte para una sociedad sostenible; pero esto dependerá en gran medida, de las acciones llevadas a cabo para reducir productos nocivos para el medio ambiente a través de la innovación social.

Mientras tanto, la dimensión Producción presenta una media notablemente más reducida ($M=3,4500$), a pesar de que presenta la variancia más baja del grupo ($,201$), lo que sugiere un comportamiento homogéneo pero moderado en la adopción de acciones circulares en esta etapa, como la comprensión normativa o la reducción del volumen de consumo de agua. Por último, la dimensión que tiene la media más reducida es Percepción ($M=2,9933$), lo que implica referirse a una debilidad estructural en términos de comprensión conceptual y conocimiento de las estrategias de economía circular, hecho que resulta relevante ya que una baja percepción de este tipo limita el potencial de

adopción y la correcta puesta en práctica de acciones circulares en las propias fases del proceso productivo.

Según Matos, Martins y Simoes (2024), el rendimiento más elevado observado en Distribución puede estar relacionado con la adopción de micro indicadores más específicos para los empaques y directrices bajo el principio del “diseño para el reciclaje” para tener una escala de decisión medible acerca de reducción de peso/volumen, mono materialidad o retornabilidad, lo que se traduce en mejoras rápidas y, sobre todo, estables y comparables en el espacio de la logística de salida del producto; este tipo de métricas de las industrias explica, entre otras causas, la media más alta pero la menor dispersión en esta dimensión.

Por su parte, Awan y Sroufe (2022) subrayan que los rezagos relativos en Producción, y en Percepción especialmente, son respuesta a déficits de potenciadores estratégicos y tácticos requeridos para integrar la circularidad en el modelo operacional; en ausencia de habilitadores como los anteriormente detallados, las empresas tienden a concentrar las mejoras en eslabones más “visibles” o regulados, manteniéndose heterogeneidades en la gestión de materiales o en la alfabetización conceptual que debería sostener una implementación completa.

Tabla 26.
Datos estadísticos de las dimensiones

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación típica	N
Percepción	2,9933	1,15859	60
Materias primas	4,1111	1,20680	60
Producción	3,4500	,44816	60
Consumo RR	4,2208	,82991	60
Distribución	4,3000	,88872	60

Los resultados de la correlación de Pearson demostraron que la Percepción y las Materias Primas están altamente correlacionadas estadísticamente ($r = 0,755$, $p < 0,01$), de modo que un mayor nivel de comprensión conceptual referente a la economía circular tiende a relacionarse estadísticamente con niveles más elevados de implementación de prácticas de selección y optimización de materias primas que sean adecuadas para el medio ambiente. Este resultado coincide con los postulados de Oktrivina et al. (2025), quienes sostienen que el conocimiento y la comprensión de principios circulares fomentan la implementación de prácticas materiales sostenibles precisamente porque estos marcos conceptuales guían las decisiones de diseño y los materiales e insumos. En este sentido, Oktrivina et al. (2025) demuestran que las prácticas de economía circular promueven la eficiencia comercial y la agilidad de las organizaciones, sugiriendo que, si los agentes empresariales internalizan los conceptos de circularidad, la utilización de las prácticas de los materiales y de los recursos tienen más sentido y son más eficientes.

Por otra parte, el análisis de Percepción y Producción ($r = 0,496$ y $p < 0,01$) muestra que aunque existe una correlación fuerte, esta es de moderada intensidad y, por ello, indica que tener una buena comprensión sobre economía circular no significa necesariamente tener una buena implementación de sus pautas en la producción. En esa medida, Sakao (2024) nos dice que la adquisición de actividades de circularidad en las manufacturas precisa del conocimiento conceptual de la economía circular, pero también de la existencia de estructuras organizativas y de capacidades técnicas específicas que pueden no estar bien desarrolladas en la producción de las empresas encuestadas. La diferencia a la que estamos aludiendo entre conocimiento y práctica es crucial. De acuerdo con Sakao (2024), la integración de estrategias de circularidad productiva se encuentra a merced de las decisiones de innovación de tipo tecnológico y de reconfiguración de tipo procesal, lo que puede ayudar a explicar por qué los niveles de un conocimiento relativamente bajo o intermedio correlacionan solo de forma moderada con los de acción en producción.

Al analizar las dimensiones Materias Primas y Consumo/Reutilización/Reciclaje, la correlación fue muy alta ($r = 0,879$, $p < 0,01$). En este caso, destacamos que las empresas que optimizan la utilización de materiales tienden a establecer estrategias avanzadas de retorno de materiales y reutilización de

materiales en el ciclo de vida del producto. Tales hallazgos coinciden con la afirmación de Psarommatis et al. (2025), que sostiene que las estrategias de reutilización y reutilización son importantes para aumentar la duración de los productos y aumentar la eficiencia de los insumos, que no se limita sólo a un reciclaje tradicional. Del mismo modo, Psarommatis et al. (2025) subrayan que estas prácticas no sólo logran reducir el uso de materias primas vírgenes, sino que también generan sinergias operativas que refuerzan la circularidad interna de la empresa, como se ha observado en la correlación.

Por otro lado, la asociación entre Materias Primas y Distribución ($r = 0,906$, $p < 0,01$) sugiere que la selección de recursos ecologistas y su optimización se articula escasamente con prácticas de empaques y logística sostenible. Esta relación empírica es congruente con los postulados de Díaz et al. (2025), quien argumenta que las prácticas de economía circular impactan de forma positiva sobre el desempeño de procesos logísticos y de marketing sostenible, ya que la gestión de materiales circulares impide ejercer presión sobre recursos y brinda ventajas competitivas en la cadena de suministro. El trabajo de Díaz et al. (2025) mencionan que “Si bien cada estrategia de sostenibilidad exige diferentes niveles de recursos y compromiso, incluso las acciones graduales pueden generar beneficios tangibles, como una mayor eficiencia, una mayor confianza en la marca y una cultura organizacional más resiliente” (p. 13). Lo anterior, evidencia que la práctica de economía circular posee un impacto dual ambiental y económico, lo que refuerza las interpretaciones teóricas que relacionan prácticas de gestión materiales y logísticas como partes interconectadas de sistemas circulares complejos.

Mientras tanto, los resultados de correlación de Pearson para las variables de Producción y el Consumo/Reutilización/Reciclaje ($r = 0,537$, $p < 0,01$) indica que los factores productivos se asocian moderadamente a las buenas prácticas en la gestión de residuos, así como en la reutilización de los productos. En ese sentido, Ji-Hyland (2025) indica que las prácticas circulares en la logística y el reciclado requieren tanto cambios en la producción, como capacidades organizativas hacia la integración y separación de residuos. El análisis hecho por Ji-Hyland (2025) afirma que “el desarrollo de modelos de prácticas de economía circular impulsaría el crecimiento de la logística inversa de remanufactura, lo que podría ayudar a las futuras empresas a integrarse,

colaborar y ser más interactivas y flexibles" (p. 1221). Sin embargo, para lograr el mayor potencial de las prácticas de retorno y reutilización de materiales, la producción debe ser diseñada desde el inicio para facilitar la adopción de estas prácticas.

Tabla 27.
Correlación

	Percepción	Materiasprimas	Producción	ConsumoRR	Distribución
Percepción	Correlación de Pearson	,755**	,496**	,425**	,697**
	Sig. (bilateral) N	,000 60	,000 60	,001 60	,000 60
Materias primas	Correlación de Pearson	,755**	,580**	,879**	,906**
	Sig. (bilateral) N	1 60	1 60	1 60	1 60
Producción	Correlación de Pearson	,000	,000	,000	,000
	Sig. (bilateral) N	,496** 60	1 60	,537** 60	,570** 60
Consumo RR	Correlación de Pearson	,000	,537**	,000	,839**
	Sig. (bilateral) N	,425** 60	1 60	1 60	1 60
Distribución	Correlación de Pearson	,001	,000	,000	,000
	Sig. (bilateral) N	,697** 60	,570** 60	,839** 60	1 60

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).



CAPÍTULO IV

Acciones estratégicas para la incorporación de la economía circular en pequeñas empresas

Tabla 28.

Acciones estratégicas para la incorporación de la economía circular en pequeñas empresas

Objetivo	Implementar prácticas de economía circular en pequeñas empresas para reducir la huella ambiental, optimizar el uso de recursos, fortalecer la competitividad y promover la Responsabilidad Social Empresarial.			
Alcance	Las estrategias están diseñadas para aplicarse en pequeñas empresas del sector productivo, independiente de su actividad económica, abarcando desde el uso sostenible de la materia prima, el diseño y la producción limpia, hasta la distribución, el consumo responsable, la recolección de residuos y el reciclaje.			
Responsables	Propietario			
Participantes	Personal operativo y administrativo, proveedores, clientes y comunidades vinculadas.			
Categoría (Dimensión)	Proceso	Actividad	Descripción	Plazo
Materia Prima	Selección responsable	Políticas de compra sostenible	Adquirir materias primas con certificaciones ambientales, priorizar insumos locales y reducir uso de recursos no renovables.	Mediano
	Sustitución	Uso de insumos reciclados o biodegradables	Sustituir materias primas tradicionales por materiales reciclados, biodegradables o de bajo impacto ambiental.	Largo
Diseño	Ecodiseño	Rediseño de productos	Diseñar productos fáciles de desmontar, reparar y reciclar, con menor uso de componentes tóxicos.	Largo
	Modularidad	Componentes intercambiables	Crear productos con piezas modulares que prolonguen su vida útil y faciliten la reparación.	Largo

Producción y reelaboración	Producción limpia	Tecnologías de bajo consumo	Implementar maquinaria y procesos con eficiencia energética y bajo consumo de recursos.	Mediano
	Reaprovechamiento	Reutilización de subproductos	Incorporar subproductos o residuos industriales en nuevos procesos productivos o como insumos para otras actividades.	Mediano
	Innovación tecnológica	Optimización de procesos	Usar tecnologías digitales (IoT, sensores, software) para reducir desperdicios y mejorar eficiencia operativa.	Corto
Distribución	Logística sostenible	Transporte eficiente	Usar medios de transporte menos contaminantes, optimizar rutas de entrega y reducir emisiones en la cadena de distribución.	Mediano
	Empaques	Empaques reciclables o reutilizables	Sustituir empaques plásticos por opciones compostables, reciclables o retornables.	Corto

Consumo, utilización, reutilización y reparación	Consumo responsable	Educación al cliente	Informar a consumidores sobre prácticas sostenibles y fomentar la preferencia por productos duraderos.	Corto
	Reutilización	Programas de reparación y segunda vida	Ofrecer servicios de reparación, reacondicionamiento y reventa de productos usados en buen estado.	Mediano
	Incentivos	Estímulos al consumidor	Implementar descuentos o beneficios para quienes devuelvan envases, empaques o productos para su reciclaje.	Mediano
Recogida	Separación en origen	Clasificación de residuos	Establecer protocolos de separación en origen para facilitar procesos posteriores de reciclaje.	Corto
	Infraestructura	Puntos de recolección	Instalar puntos de acopio para envases, empaques y productos en desuso accesibles a clientes y comunidades.	Mediano
Reciclado	Valorización de materiales	Programas de reciclaje industrial	Transformar residuos en nuevos insumos o productos mediante alianzas con empresas recicladoras.	Largo
	Compostaje	Aprovechamiento de residuos orgánicos	Implementar compostaje de residuos alimentarios o vegetales para uso interno o comercialización como fertilizante.	Mediano
	Economía colaborativa	Alianzas para reciclaje	Generar convenios con empresas, asociaciones y entidades locales para la gestión conjunta del reciclaje.	Corto



Referencias

- AlJaber, A., Martinez-Vazquez, P., & Baniotopoulos, C. (2024). Circular Economy in the Building Sector: Investigating Awareness, Attitudes, Barriers, and Enablers through a Case Study in Saudi Arabia. *Sustainability*, 16(3), 1296. <https://doi.org/10.3390/su16031296>
- Arias, C., Cadena Lozano, J. B., & Bello Bernal, M. A. (2024). The Role of Value in Extending the Lifetime of Products: An Analysis of Perceived Value and Green Consumption Values on Pro-Circular Behaviors of Repair and Reuse. *Sustainability*, 16(4), 1567. <https://doi.org/10.3390/su16041567>
- Arias, F. (2012). El proyecto de investigación. Caracas: Editorial Episteme C.A
- Asobancaria. (2018). *Supervivencia de las MiPyme: un problema por resolver*. Obtenido de <https://www.asobancaria.com/wp-content/uploads/1145.pdf>
- Americas Sustainable Development Foundation. (11 de 2020). Matriz de indicadores para medir los avances de economía circular en los cuatro países. Obtenido de <https://www.ctc-n.org/file-download/download/private/35761>
- Awan, U., & Sroufe, R. (2022). Sustainability in the Circular Economy: Insights and Dynamics of Designing Circular Business Models. *Applied Sciences*, 12(3), 1521. <https://doi.org/10.3390/app12031521>

- Birat, J. P. (2015). Life-cycle assessment, resource efficiency and recycling. *Metallurgical Research & Technology*, 112(2), 206–213. <https://doi.org/10.1051/metal/2015009>
- Bocken, N. M. P., Bakker, C., & Pauw, I. de. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308–320. <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>
- Bonciu, F. (2014). The European economy: From a linear to a circular economy. *Romanian Economic and Business Review*, 9(3), 7–19.
- Brennan, G., Tennant, M., & Blomsma, F. (2015). Business and production solutions: Closing the loop and the new industrial paradigm. In: Kopnina, H., & Shoreman-Ouimet, E. (Eds.). *Sustainability: Key issues* (pp. 219–239). Routledge.
- Castellani, V., Sala, S., & Mirabella, N. (2015). Beyond the throwaway society: A life cycle-based assessment of the environmental benefit of reuse. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 11(3), 373–382. <https://doi.org/10.1002/ieam.1614>
- Cámara de Comercio de Ocaña. (2025). Informe económico 2024. Obtenido de <https://www.camaraocana.com/wp-content/uploads/2025/01/INFORME-ECONOMICO-CAMARA-DE-COMERCIO-2024.pdf>
- Centoamore, P., & Pinto, L. F. R. (2024). Remanufacturing Assessment of Machine Tools under a Circular Economy Perspective: A Resource Conservation Initiative. *Sustainability*, 16(8), 3109. <https://doi.org/10.3390/su16083109>
- China Council for International Cooperation on Environment and Development – CCICED. (2008). *Circular economy promotion law of the People's Republic of China*. https://www.chinadaily.com.cn/china/2008-08/30/content_6984475.htm

- Cerdá, E., & Aygun Khalilova. (s.f.). Economía circular. Obtenido de <https://www.mintur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>
- Corficolombiana (2025). *Informe Trimestral de Dinámica Sectorial. Industria*. Investigaciones Económicas, Dirección de Sectores y Sostenibilidad. <https://investigaciones.corfi.com/documents/38211/0/2025-08+Informe+de+dinámica+sectorial+-+Industria.pdf/8de8453f-122c-d3bf-5cec-ce84d943500f?t=1757350328800>
- Connett, P., Sheehan, B., & Morris, J. (2011). *Zero Waste Solution*. Chelsea Green Publishing.
- Cruz-Reyes, M. A., Chávez-Ayecac, V., & De Luna-Bonilla, M. X. (2024). *La economía circular motor para el cambio organizacional. Impulsando la competitividad a través de la sostenibilidad y la innovación social: una perspectiva estratégica*, 30. DOI: 10.13140/RG.2.2.23284.97920
- DANE (2021). *Censo Económico de Colombia. Documento metodológico para el sector industria*. Gobierno de Colombia. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/censo-economico/info-metodologica/CE-documento-metodologico-sector-industria.pdf>
- De los Rios, I. C., & Charnley, F. J. (2017). Skills and capabilities for a sustainable and circular economy: The changing role of design. *Journal of Cleaner Production*, 160, 109–122. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.130>
- Di Maio, F., & Rem, P. C. (2015). A Robust Indicator for Promoting Circular Economy through Recycling. *Journal of Environmental Protection*, 6, 1095–1104. <https://doi.org/10.4236/jep.2015.610096>
- Ding, Q., & Zhu, H. (2023). The Key to Solving Plastic Packaging Wastes: Design for Recycling and Recycling Technology. *Polymers*, 15(6), 1485. <https://doi.org/10.3390/polym15061485>

- Favi, C., & Marconi, M. (2025). Product Eco-Design in the Era of the Circular Economy. *Sustainability*, 17(1), 213. <https://doi.org/10.3390/su17010213>
- Husgafvel, R., Leino, M., Luukkanen, J., & Linnanen, L. (2023). Company Perspectives on Circular Economy Management, Assessment and Reporting. *Sustainability*, 16(1), 20. <https://doi.org/10.3390/su16010020>
- Kafel, P., & Nowicki, P. (2023). Circular Economy Implementation Based on ISO 14001 within SME Organization: How to Do It Best? *Sustainability*, 15(1), 496. <https://doi.org/10.3390/su15010496>
- Kazakova, E., & Lee, J. (2022). Sustainable Manufacturing for a Circular Economy. *Sustainability*, 14(24), 17010. <https://doi.org/10.3390/su142417010>
- Función Pública. (). Ley 590 de 2000. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=12672>
- de Jesús, A., & Mendonça, S. (2018). Lost in transition? Drivers and barriers in the eco-innovation road to the circular economy. *Ecological Economics*, 145, 75–89. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.08.001>
- EEA – European Environment Agency. (2016). *Circular economy in Europe – Developing the knowledge base*. <https://www.eea.europa.eu/publications/circular-economy-in-europe>
- EESC – European Economic and Social Committee. (2014). *Opinion of the European Economic and Social Committee on the circular economy*. <https://www.eesc.europa.eu/en>
- Elia, V., Gnani, M. G., & Tornese, F. (2017). Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 142, 2741–2751. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.196>

- Ellen MacArthur Foundation. (2015a). *Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition*. <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an-accelerated-transition>
- Figge, F., Young, W., Barkemeyer, R., & Molthan-Hill, P. (2014). Sufficiency or efficiency to achieve lower resource consumption and emissions? *The role of the rebound effect*. *Journal of Cleaner Production*, 69, 216–224. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.031>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Geng, Y., & Doberstein, B. (2008). Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving 'leapfrog development'. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 15(3), 231–239. <https://doi.org/10.3843/SusDev.15.3.6>
- Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J., & Xue, B. (2012). Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 23(1), 216–224. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.005>
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expect (González Patiño & Llanes Valenzuela, 2024)ed transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- González Patiño, J., & Llanes Valenzuela, M. (2024). *Una mirada a las mipymes en Colombia*. Obtenido de https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/2024/02/202401_MiPymes_Colombia-1.pdf

- Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D., & Heinz, M. (2015). How circular is the global economy?: An assessment of material flows, waste production, and recycling in the European Union and the world in 2005. *Journal of Industrial Ecology*, 19(5), 765–777. <https://doi.org/10.1111/jiec.12244>
- Herva, M., Franco, A., Ferreiro, S., Álvarez, A., & Roca, E. (2011). Application of Life Cycle Assessment to eco-design of home appliances. A case study of a washing machine. *Journal of Cleaner Production*, 19(13), 1509–1517. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.05.004>
- Institut Montaigne. (2016). *Circular Economy: Reconciling economic and environmental performance*. <https://www.institutmontaigne.org/en/publications/circular-economy-reconciling-economic-and-environmental-performance>
- Kalmykova, Y., Rosado, L., & Patrício, J. (2017). Resource efficiency transitions in Europe: Contextualizing drivers and barriers. *Resources, Conservation and Recycling*, 124, 29–40. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.04.002>
- Kalmykova, Y., Sadagopan, M., & Rosado, L. (2018). Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 190–201. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.034>
- Kemp, R., & Pearson, P. (2007). *Final report MEI project about measuring eco-innovation*. Maastricht: UNU-MERIT.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018a). Circular economy: The concept and its limitations. *Ecological Economics*, 143, 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>

- Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A., & Birkie, S. E. (2018b). Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*, 175, 544–552. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.111>
- Kunz, N., Mayers, K., & Van Wassenhove, L. N. (2018). Stakeholder views on extended producer responsibility and the circular economy. *California Management Review*, 60(3), 45–70. <https://doi.org/10.1177/0008125617752694>
- Manomaivibool, P., & Ho, L. W. (2014). Extended producer responsibility in Thailand. *Resources, Conservation and Recycling*, 85, 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.11.002>
- Matus, K., Tennyson, R., & McAllister, K. (2012). Pathways to cleaner production: The role of policy, regulation and innovation. *Harvard Kennedy School Discussion Paper Series*.
- Medjdoub, A. (2020). The Circular economy: conceptual and theoretical framework. *Journal of Economic Integration*, 8(1), 360-370. https://www.researchgate.net/publication/362580165_The_circular_economy_conceptual_and_theoretical_framework
- Mezones Santana, J. J., Köhler, S., & Acevedo Urquiaga, A. J. (2022). Valoración de la filosofía de economía circular en una producción avícola de Ecuador. *Revista Ingeniería Industrial*, 43 (2), 1-9.
- Melendez, J. R., Delgado, J., Chero, V., y Franco-Rodríguez, J. (2021). Economía Circular: Una Revisión desde los Modelos de Negocios y la Responsabilidad Social Empresarial. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26 (Especial 6), 560-573. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.26.e6.34>
- Mihelcic, J. R., Crittenden, J. C., Small, M. J., Shonnard, D. R., Hokanson, D. R., Zhang, Q., ... & Schnoor, J. L. (2003). Sustainability science and engineering: The emergence of a new metadiscipline. *Environmental Science & Technology*, 37(23), 5314–5324. <https://doi.org/10.1021/es034605h>

- Matos, J., Martins, C. I., & Simoes, R. (2024). Circularity Micro-Indicators for Plastic Packaging and Their Relation to Circular Economy Principles and Design Tools. *Sustainability*, 16(5), 2182. <https://doi.org/10.3390/su16052182>
- Moeini, B., Ayubi, E., Barati, M., Bashirian, S., Tapak, L., Ezzati-Rastgar, K., & Hashemian, M. (2023). Effect of Household Interventions on Promoting Waste Segregation Behavior at Source: A Systematic Review. *Sustainability*, 15(24), 16546. <https://doi.org/10.3390/su152416546>
- Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics*, 140(3), 369–380. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2>
- Naustdalslid, J. (2014). Circular economy in China – the environmental dimension of the harmonious society. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 21(4), 303–313. <https://doi.org/10.1080/13504509.2014.914599>
- Ness, B. (2010). Indicators for sustainable development. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 12(2), 203–231. <https://doi.org/10.1142/S1464333210003536>
- Oblitas Cruz, J. F., Sangay Terrones, M. E., Rojas de la Puente, E. E., & Castro Silupu, W. M. (2019). Economía Circular en residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 25(4), 196-205.
- Parlamento Europeo. (2023, mayo 24). Economía circular: definición, importancia y beneficios. https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2023/5/story/20151201STO05603/20151201STO05603_es.pdf
- Park, J., & Chertow, M. (2014). Establishing and testing the “reuse potential” indicator for managing wastes as resources. *Journal of Environmental Management*, 137, 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.11.053>

- Pauliuk, S. (2018). Critical appraisal of the circular economy standard BS 8001:2017 and a dashboard of quantitative system indicators for its implementation in organizations. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 81–92. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.019>
- Preston, F. (2012). *A Global Redesign? Shaping the Circular Economy*. Chatham House Report. <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/public/Research/Energy,%20Environment%20and%20Development/1212preston.pdf>
- Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 179, 605–615. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.224>
- Reconomy.** (n.d.). *Circular economy explained: Principles, benefits & how it works*. Reconomy. <https://www.reconomy.com/circular-economy/>
- Sarmiento Paredes, S., Carro Suárez, J., & Nava, D. (2022). La transición a una economía circular como una ventaja competitiva en la Pyme de la manufactura textil en Tlaxcala, México. *Revista Acta Universitaria*, 32, 1-21. <http://doi.org/10.15174/au.2022.3492>
- Sakai, S., Yoshida, H., Hirai, Y., Asari, M., Takigami, H., Takahashi, S., ... & Tanaka, M. (2011). International comparative study of 3R and waste management policy developments. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 13(2), 86–102. <https://doi.org/10.1007/s10163-011-0009-x>
- Sauvé, S., Bernard, S., & Sloan, P. (2016). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental Development*, 17, 48–56. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.09.002>
- Simon, F. (2019). Circular economy: balancing environmental and economic objectives. *Sustainable Production and Consumption*, 19, 299–307. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.05.004>

- SITRA–Finnish Innovation Fund. (2015). *The Opportunities of a Circular Economy for Finland*. <https://www.sitra.fi/en/publications/opportunities-circular-economy-finland/>
- Stahel, W. R. (2013). Policy for material efficiency—sustainable taxation as a departure from the throwaway society. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 371(1986), 20110567. <https://doi.org/10.1098/rsta.2011.0567>
- Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., & Yu, X. (2013). A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215–227. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020>
- Suárez Eiroa, B. (2021). *El desarrollo del paradigma de la economía circular sostenible: Un análisis estructural y conceptual* [Tesis doctoral, Universidad de Santiago de Compostela]. https://www.investigacion.biblioteca.uvigo.es/xmlui/bitstream/handle/11093/2414/SuarezEiroa_Brais_TD_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tisserant, A., Pauliuk, S., Merciai, S., Schmidt, J., Fry, J., Wood, R., & Tukker, A. (2017). Solid waste and the circular economy: A global analysis of waste treatment and waste footprints. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 628–640. <https://doi.org/10.1111/jiec.12562>
- Toxopeus, H., Polzin, F., Massa, L., & Rauter, R. (2015). Financing the circular economy: capturing opportunities in the business and policy landscape. *Sustainability*, 7(11), 16364–16383. <https://doi.org/10.3390/su71116364>
- Tukker, A. (2015). Product services for a resource-efficient and circular economy – a review. *Journal of Cleaner Production*, 97, 76–91. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.049>
- Urbinati, A., Chiaroni, D., & Chiesa, V. (2017). Towards a new taxonomy of circular economy business models. *Journal of Cleaner Production*, 168, 487–498. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.047>

- van Buren, N., Demmers, M., van der Heijden, R., & Witlox, F. (2016). Towards a circular economy: The role of Dutch logistics industries and governments. *Sustainability*, 8(7), 647. <https://doi.org/10.3390/su8070647>
- Velte, C. J., Scheller, H., & Steinhilper, R. (2018). A circular economy framework for manufacturing companies: A research-based taxonomy and analysis. *Journal of Cleaner Production*, 212, 754–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.054>
- Winans, K., Kendall, A., & Deng, H. (2017). The history and current applications of the circular economy concept. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68(1), 825–833. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.123>
- Yang, S., Wang, Y., & Yue, Q. (2011). Consumers' perception on sustainability of green packaging. *Management Science and Engineering*, 5(2), 61–67.
- Vacchi, M., Siligardi, C., Cedillo-González, E. I., Ferrari, A. M., & Settembre-Blundo, D. (2021). Industry 4.0 and Smart Data as Enablers of the Circular Economy in Manufacturing: Product Re-Engineering with Circular Eco-Design. *Sustainability*, 13(18), 10366. <https://doi.org/10.3390/su131810366>
- Reconomy. (s.f.). The circular economy definition. Obtenido de <https://www.reconomy.com/circular-economy/>
- González Patiño, J., & Llanes Valenzuela, M. (2024). *Una mirada a las mipymes en Colombia*. Obtenido de https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/2024/02/202401_MiPymes_Colombia-1.pdf
- Ji-Hyland, C., White, D. y Khaydarov, R. (2025). El impacto de las prácticas de economía circular en el rendimiento logístico sostenible. *Revista Internacional de Investigación y Aplicaciones Logísticas*, 28 (10), 1220–1246. <https://doi.org/10.1080/13675567.2025.2465579>

- Díaz Duarte, A. A., Puron-Cid, G., & Rivera Martínez, M. E. (2025). Business Performance and Sustainability Outcomes Driven by Circular Economy, Eco-Innovation, and Sustainable Marketing. *Sustainability*, 17(21), 9858. <https://doi.org/10.3390/su17219858>
- Psarommatis, F., May, G. & Azamfirei, V. Product reuse and repurpose in circular manufacturing: a critical review of key challenges, shortcomings and future directions. *Jnl Remanufactur* 15, 273–310 (2025). <https://doi.org/10.1007/s13243-025-00153-y>
- Tomohiko, S., Bocken, N., Nars, N., & Umeda, Y. (2024). Implementing circular economy activities in manufacturing for environmental sustainability. *CIRP Annals*, 73 (2). 457-481. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2024.06.002>
- Oktrivina, A., Effendi, S., & Hendryadi. (2025). How and when circular economy practices drive financial performance: The role of organizational agility, operational efficiency, and digital technology adoption. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 11 (3), 100613. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2025.100613>

